

Untersuchung der Erfolgsquote bei Sofortimplantation  
unter sofortigen Platzierungsbedingungen

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
doctor medicinae dentariae  
(Dr. med. dent.)  
**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät  
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

**von Shirin Tizieni**  
**geboren am 01.10.1986 in Schlema**

**Gutachter**

**1. Prof. Dr. Dr. Stefan Schultze-Mosgau, Jena**

**2. Prof. Dr. med. Utz Settmacher, Jena**

**3. PD Dr. Dr. Michael Thorwarth, Starnberg**

**Tag der öffentlichen Verteidigung: 08.07.2013**

## Abkürzungsverzeichnis

SD	Standardabweichung
MW	Mittelwert

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
2.1	Historischer Überblick .....	3
2.2	Terminologie Überleben, Erfolg und Versagen .....	5
<b>3</b>	<b>Ziele der Arbeit.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Material und Methode .....</b>	<b>7</b>
4.1	Erfassung des Patientengutes .....	7
4.2	Patientenkollektiv .....	7
4.2.1	Geschlechts- und Altersverteilung .....	7
4.3	Klinische Nachuntersuchung .....	10
4.3.1	Bestimmung der Erfolgskriterien .....	10
4.3.2	Untersuchung der periimplantären Hartgewebssituation .....	11
4.3.2.1	Lockerungsgrad .....	11
4.3.2.2	Röntgenanalyse .....	11
4.3.3	Untersuchung der periimplantären Weichgewebssituation .....	12
4.4	Dokumentation .....	12
4.5	Implantatsysteme .....	14
4.6	Statistische Auswertung und Textverarbeitung.....	16
<b>5</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>17</b>
5.1	Ursache für Zahnverlust .....	17
5.2	Implantatlokalisierung.....	18
5.3	Risikoverteilung .....	19
5.3.1	Risikogruppe Raucher.....	19
5.3.2	Risikogruppe Diabetiker .....	20
5.4	Klinische Untersuchung .....	21
5.4.1	Bestimmung des Lockerungsgrades.....	21
5.4.2	Auswertung der Röntgenanalyse.....	22
5.4.3	Bestimmung der Taschentiefe.....	24
<b>5.5</b>	<b>Prothetische Versorgung.....</b>	<b>25</b>
5.5.1	Belastungskonzepte.....	25
5.5.2	Art der prothetischen Versorgung.....	26
<b>5.6</b>	<b>Behandlungszeiträume am klinischen Fallbeispiel.....</b>	<b>28</b>
<b>5.7</b>	<b>Auswertung der Verweildaueranalysen.....</b>	<b>31</b>
5.7.1	Auswertung der Misserfolge nach den festgelegten Erfolgskriterien .....	31
5.7.2	Geschlechtsspezifische Verweildaueranalyse der Implantate .....	32
5.7.3	Altersspezifische Verweildaueranalyse der Implantate .....	33
5.7.4	Verweildaueranalyse der Implantate in Bezug auf die Ursache des Zahnverlustes .....	34
5.7.5	Verweildaueranalyse der Implantate in Bezug auf den Kiefer.....	35
5.7.6	Verweildaueranalyse der Implantate in der Front- und Seitenzahnregion .....	36
5.7.7	Verweildaueranalyse der Implantate bei Rauchern gegenüber Nichtrauchern.....	37
5.7.8	Verweildaueranalyse der Implantate für die verschiedenen prothetischen Arbeiten .....	38

5.7.9	Verweildaueranalyse der Implantate für die Belastungskonzepte.....	39
5.7.10	Verweildaueranalyse der verschiedenen Längen der Implantate .....	41
5.7.11	Verweildaueranalyse der Implantate mit unterschiedlichen Durchmessern.....	42
5.7.12	Gesamtauswertung der Erfolgskriterien.....	43
<b>6</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>57</b>
	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>58</b>
	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>69</b>
	<b>Danksagung.....</b>	<b>70</b>
	<b>Ehrenwörtliche Erklärung.....</b>	<b>71</b>

# **1 Zusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit erfolgte eine retrospektive Analyse von 135 Patienten, die ab Februar 2005 direkt nach einer Zahnextraktion ein Implantat erhielten. Insgesamt konnten 124 Patienten klinisch untersucht werden (11 Patienten erschienen nicht zum Recall). Das reflektiert das Patientengut aus einer privat geführten Praxis. Es wurde jeweils nur ein zufällig ausgewähltes Sofortimplantat pro Patient berücksichtigt.

Unter den 124 Patienten befanden sich 49,2% (n=61) weibliche und 50,8% (n=63) männliche Patienten. Das Alter der Patienten erstreckte sich im Bereich von 21 bis 78 Jahren und lag durchschnittlich bei  $52,28 \pm 11,02$  Jahren. Insgesamt betrug die Verweildauer der Implantate für den untersuchten Zeitraum im Mittel 514,52 Tage (Median= 497).

Ziele der Studie waren, an Hand von klinischen Untersuchungen und röntgenologischen Auswertungen unter Anwendung von anerkannten Erfolgskriterien (Albrektsson et al. 1986, Buser et al. 1990 und Naert et al. 1992) die Erfolgsprognose von Sofortimplantaten zu erfassen. Mit Hilfe der Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier fanden Untersuchungen statt, die mögliche Einflussfaktoren auf den Erfolg herausarbeiten sollten.

Die in der vorliegenden Studie untersuchten Sofortimplantate erzielten hohe Erfolgsquoten (91,2% nach Buser et al. und 92,3% nach Naert et al.). Weder die Positionierung der Implantate im Front- oder Seitenzahnbereich, Ober- oder Unterkiefer, die Art der prothetischen Versorgung, noch das Alter und Geschlecht oder die unterschiedlichen Implantatdurchmesser und Implantatlängen zeigten signifikanten Einfluss auf die Erfolgsrate. Auch die häufig in der Literatur herrschende Meinung, dass Sofortimplantate im Zusammenhang mit parodontaler Vorerkrankung oder Infektionen schlechtere Erfolgsraten aufweisen, konnte nicht bestätigt werden.

Raucher, Patienten, deren Implantate sofort belastet wurden und Patienten, die ihre Sofortimplantate nach vorausgegangenem Zahntrauma erhielten, wiesen signifikant schlechtere Verweildauerraten auf. Dennoch sind diese Faktoren nicht als absolute

Kontraindikationen zu betrachten. Eine gewissenhafte Aufklärung der Patienten über die hier eruierten Risikofaktoren scheint unabdingbar.

Die klinischen Untersuchungsmaßnahmen (Messen der Sondierungstiefen und manuelle Prüfung auf Mobilität) stellten sich als nicht absolut geeignet heraus, um die Ergebnisse, die durch die Erfolgskriterien ermittelt wurden, klinisch besser zu stützen.

Die röntgenologische Bestimmung der Veränderungen im Knochenniveau hatten maßgeblichen Einfluss auf die Erfolgsraten. Durch einen übersteigerten Knochenabbau resultierten erhöhte Misserfolgsraten ( 2 Implantate mussten explantiert werden, 4 Implantate wiesen einen erhöhten Knochenabbau auf).

Die Festlegung neuer Grenzen für den Knochenabbau und allgemein gültige Erfolgskriterien würden differenziertere und besser reproduzierbare Ergebnisse eventuell in Zukunft erlauben.

## **2 Einleitung**

Ein perfektes Lächeln ist in unseren heutigen Medien allgegenwärtig. Da mag es nicht verwundern, dass Patienten bei ihrem Entschluss zur Implantation häufig ein ästhetisch ansprechendes Ergebnis mit möglichst geringem chirurgischen Aufwand anstreben, um extrahierte oder zu extrahierende Zähne zu ersetzen. Somit ist der Implantologe gefordert, an Hand der anatomischen Gegebenheiten für den Patienten das bestmögliche Behandlungskonzept zu erstellen.

### **2.1 Historischer Überblick**

Dentale Implantate wurden in den letzten 25 bis 30 Jahren genutzt, um fehlende Zähne zu ersetzen. Einer der Pioniere auf diesem Gebiet war Per-Ingvar Brånemark, der 1965 das erste Implantat am Menschen setzte. In den darauffolgenden Jahren konnte er jedoch nur eine mäßige Erfolgsrate von 50% verzeichnen (Albrektsson und Wennerberg 2005). Das Original Brånemark Protokoll sah eine circa drei monatige Heilung nach Zahnextraktion vor, um eine Regeneration von Hart- und Weichgewebe zu gewährleisten. Im Anschluss an die Implantation folgte eine zusätzliche 3-6 monatige belastungsfreie Einheilperiode. Dies wurde als Voraussetzung für die Osseointegration betrachtet (Albrektsson et al. 1981, Brånemark 1983). Nachteile dieser konventionellen Methode Implantate zu setzen, sind die lange Zeit bis zum endgültigen Abschluss der Behandlung und die Notwendigkeit einer erhöhten Anzahl von chirurgischen Eingriffen (De Rouck et al. 2008).

Chirurgische Protokolle wurden entwickelt, die die Behandlung vereinfachen und verkürzen sollten. Es waren Schulte und Heimke (1976) und Schulte et al. (1978), die das Setzen von Implantaten in die frische Alveole beschrieben und diese Implantate als sogenannte (Tübinger) Sofortimplantate benannten.

Heute stellt die Sofortimplantation ein geprüftes Verfahren (Yalcin et al. 2009) mit sehr hohen Überlebensraten dar (Watzek et al. 1995, Becker et al. 1998, Polizzi et al. 2000, Goldstein et al. 2002, Chen et al. 2005, Paolantoni et al. 2007).

Mehrere Klassifikationen wurden entwickelt, die die unterschiedlichen Insertionszeitpunkte der Implantate nach erfolgter Zahnextraktion beschreiben. Wilson und Weber (1993) schlugen diesbezüglich eine Terminologie vor, die sich auf die



Weichgewebsheilung bezog, jedoch ohne zeitliche Vorgaben zu treffen. Mayfield (1999) hingegen beschrieb das Setzen von Implantaten nach verschiedenen Heilphasen: sofort- nach 0 Wochen, verzögert- nach 6 bis 10 Wochen und spät- nach 6 Monaten oder mehr. Im Jahr 2004 einigte man sich auf einer Konsensus Konferenz über eine neue Terminologie zum Thema Zeitpunkt des Setzens von Implantaten, die sowohl Hart- wie auch Weichgewebsregeneration nach Zahnextraktion berücksichtigt (Hämmerle et al. 2004):

- Typ I: Sofortiges Setzen: Das Implantat wird unmittelbar nach Zahnextraktion in die frische Alveole inseriert. Es fand keine Knochen- oder Weichgewebsheilung statt.
- Typ II: Frühes Setzen: Nach einer leicht statt gefundenen Weichgewebsheilung von 4 bis 8 Wochen, jedoch ohne signifikante Knochenregeneration.
- Typ III: Frühes Setzen: Nach eingetretener Knochen- und Weichgewebsregeneration von 12 bis 16 Wochen.
- Typ IV: Spätes Setzen: Nach einer vollständigen Heilphase von 6 Monaten.

Häufige Anwendung findet auch die von Esposito et al. (2006) vorgeschlagene Terminologie. Hierbei bezeichnet man das Setzen der Implantate in die frische Extraktionsalveole als Sofortimplantation, das Setzen bis 8 Wochen nach Extraktion als sofort-verzögerte Implantation und die Implantatinserion nach 8 Wochen als verzögerte Implantation.

Durch die Möglichkeit der Variation des Zeitpunktes besteht für den Implantologen die Option bestmögliche funktionelle, wie auch ästhetische Ergebnisse mittels Implantaten für den Patienten zu schaffen. Als Vorteile der Sofortimplantation gelten sowohl die Reduzierung von chirurgischen Eingriffen und die Verkürzung der Behandlungszeit mit einer einher gehenden Verbesserung des Patientenkomforts durch sofortige Versorgungsprinzipien, als auch die mutmaßliche Erhaltung von periimplantären Gewebe. Dem gegenüber stehen noch nicht abgeheilte periapikale und parodontale pathologische Veränderungen, nicht ausreichend vorhandene keratinisierte Mukosa mit einem ungenügenden Weichgewebsverschluss und Inkongruenzen im Implantatbett als Faktoren, die ein sofort gesetztes Implantat negativ beeinflussen können (Lang et al. 2011, Ortega-Martínez et al. 2012, Schliephake 2012).

## **2.2 Terminologie Überleben, Erfolg und Versagen**

In einem aktuellen Review von Ortega-Martínez et al. (2012) über Sofortimplantate wird berichtet, dass viele Studien über Überlebensraten, jedoch nur wenige über Erfolgsraten existieren. Dabei reichen die Überlebensraten der Sofortimplantate an die der spät inserierten Implantate heran. Eine 5-Jahres-Überlebensrate von circa 95% und eine 10-Jahres-Überlebensrate von mehr als 89% gelten als erstrebenswert für ein praktikables Verfahren (Pjeturrson et al. 2004). Es gilt aber immer zu berücksichtigen, dass die Überlebensrate dafür steht, ob sich ein Implantat nach einem bestimmten Untersuchungszeitraum noch in situ befindet oder nicht. Keine Beachtung findet hierbei der periimplantäre Hart- oder Weichgewebszustand, das Vorhandensein von Schmerz oder Diskomfort.

Um die Aussage zu treffen, ob ein Verfahren als erfolgreich einzustufen ist, sind reproduzierbare Ergebnisse unerlässlich. Ein erfolgreich osseointegriertes Implantat sollte bestimmte Kriterien in Bezug auf Funktionalität, Gewebsphysiologie (Erreichen und Erhalten der Osseointegration, Abwesenheit von pathologischen Prozessen und Schmerzen) und Patientenzufriedenheit (ästhetisch zufrieden stellende Ergebnisse) erfüllen (Esposito et al. 1998 a).

Als nicht erfolgreiche Implantate sollten Implantate gewertet werden, die bestimmte festgelegte Kriterien nicht erfüllen konnten und somit als sogenanntes Versagen zählen. Auch zu den Versagensfällen in der Literatur wird häufig nur die Aussage getroffen, dass sich das Implantat nicht mehr in situ befindet. Präzisere Angaben fehlen häufig (Quirynen et al. 2007).

Einheitliche Erfolgskriterien bieten nicht nur Vorteile für den Implantologen, sondern ermöglichen den Patienten eine erleichterte Entscheidungsfindung für oder gegen eine Implantation (Smith und Zarb 1989).

### **3 Ziele der Arbeit**

Zur Bestimmung der Erfolgsrate von Implantaten gilt als statistisches Standardverfahren die Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier (1958). Problematisch hierbei ist, dass in der Literatur dieses Verfahren zu einem Großteil nur Anwendung findet, um die Überlebensraten zu bestimmen. Das bedeutet, dass in der Kaplan-Meier-Analyse lediglich berücksichtigt wird, ob sich ein Implantat nach einer gewissen Zeit noch in situ befindet oder nicht. Nur wenige Angaben sind über die Erfolgsraten von Sofortimplantaten zu finden.

Mit der vorliegenden Studie sollte an Hand von klinischen Untersuchungen und röntgenologischen Auswertungen unter Anwendung von mehreren anerkannten Erfolgskriterien die Erfolgsprognose von Sofortimplantaten erfasst werden. Mittels durchgeführter Kaplan-Meier Analyse fand eine Untersuchung statt, die mögliche Einflussfaktoren auf den Erfolg herausarbeitete.

## **4 Material und Methode**

### **4.1 Erfassung des Patientengutes**

Es wurden alle Patienten ab Februar 2005 in einer Zahnarztpraxis mit implantologischem Tätigkeitschwerpunkt, die mit Sofortimplantaten versorgt wurden, erfasst. Die Patientenakten wurden gesichtet und daraufhin eine Excel-Tabelle mit den wichtigsten Patienten- und Operationseckdaten angelegt. Alle neu hinzukommenden Fälle sind fortlaufend in die Excel-Tabelle aufgenommen worden. Nach Festlegung der Auswertungskriterien wurden alle in Frage kommenden Patienten mit abgeschlossener prothetischer Versorgung schriftlich oder telefonisch zu einem Nachsorgetermin eingeladen. Dasselbe Prozedere wurden bei Patienten angewandt, die im Untersuchungszeitraum abschließend prothetisch versorgt wurden.

### **4.2 Patientenkollektiv**

Insgesamt wurden 135 Patienten, die direkt nach einer Zahnextraktion ein Implantat erhielten, erfasst. Im Zeitraum von November 2008 bis November 2011 konnten 124 Patienten nachuntersucht werden. Diese wurden für alle nachfolgenden Analysen einbezogen. Elf Patienten erschienen nicht zum Recall, darunter 10 Überweisungsfälle, die die prothetische Versorgung bei ihrem Hauszahnarzt erhielten. Es wurde jeweils nur ein zufällig ausgewähltes Sofortimplantat pro Patient berücksichtigt, auch, wenn dieser mehr Implantate in einer Operation erhielt. Dies geschah zum einen, um die Unabhängigkeit der einzelnen aufgenommen Werte zu garantieren und zum anderen, um mögliche scheinbar statistische Signifikanzen, hervorgerufen durch eine übersteigerte Fallzahl, zu vermeiden (Altman und Bland 1997).

#### **4.2.1 Geschlechts- und Altersverteilung**

Unter den 124 Patienten befanden sich 49,2% weibliche (n=61) und 50,8% männliche Patienten (n=63) (Tabelle 1).

**Tabelle 1 Geschlechtsverteilung**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig männlich	63	50.8	50.8
weiblich	61	49.2	49.2
Gesamt	124	100.0	100.0

Dabei wiesen alle in der Studie eingeschlossenen Patienten im Mittel ein Alter zum Zeitpunkt der Implantatinserktion von 52,28 Jahren auf (Median=51,  $\pm 11,02$  Standardabweichung). Die männlichen Patienten waren im Durchschnitt nur geringfügig älter (Mittelwert=53,20, Median=52,  $\pm 12,02$  SD) als die weiblichen (MW=50,88, Median= 49,  $\pm 9,50$  SD). Der Altersbereich erstreckte sich von 21,70 Jahren minimal bis zu 78,82 Jahren maximal.

Bei der Aufteilung der Patienten in mehrere Altersgruppen wird sichtbar, dass der Großteil der Patienten in den Altersgruppen von 40-49 Jahren (n=42 Patienten; 33,9%) und von 50-59 Jahren (n=46 Patienten; 37,1%) vertreten ist. Lediglich 2 Patienten (1,6%) befanden sich in der Altersgruppe von 20-29 Jahren. Mit einem Anteil von 9,7% wurden 12 Patienten in der Gruppe der 30-39 Jährigen erfasst. Während sich 8 Patienten (6,5%) in der Gruppe der 60-69 Jährigen und 14 Patienten (11,3%) in der Altersgruppe von 70-79 Jahren befanden (Tabelle 2 und Abbildung 1).

**Tabelle 2 Altersverteilung in Gruppen**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig Altersgruppe 20-29	2	1.6	1.6
Altersgruppe 30-39	12	9.7	9.7
Altersgruppe 40-49	42	33.9	33.9
Altersgruppe 50-59	46	37.1	37.1
Altersgruppe 60-69	8	6.5	6.5
Altersgruppe 70-79	14	11.3	11.3
Gesamt	124	100.0	100.0

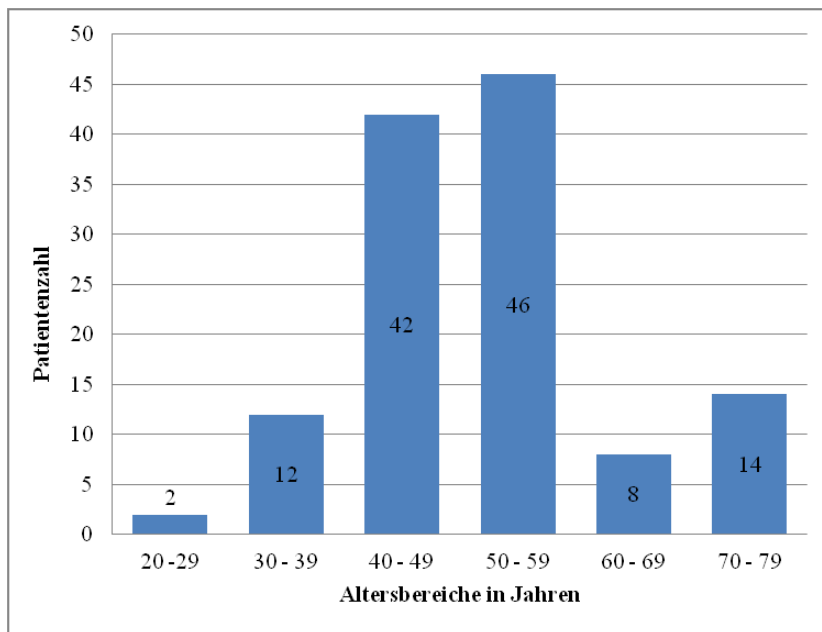


Abbildung 1: Altersverteilung in Gruppen

## 4.3 Klinische Nachuntersuchung

### 4.3.1 Bestimmung der Erfolgskriterien

Um die richtigen Werte aufzunehmen, ist es wichtig zu entscheiden und festzulegen, wann ein Implantat als erfolgreich und wann als nicht erfolgreich einzustufen ist. Dafür gibt es in der Literatur unterschiedliche Stellungnahmen, die international Verwendung finden. Für die vorliegende Untersuchung wurden folgende Erfolgskriterien verwendet:

*Die Erfolgskriterien nach Buser et al. 1990:*

- Das Implantat ist in situ.
- Keine Mobilität des Implantates.
- Keine persistierende periimplantäre Radiotransluzenz.
- Keine persistierenden Beschwerden wie Schmerz, Fremdkörpergefühl und/oder Dysästhesie.
- Keine periimplantäre Infektion mit putriden Sekretion.

Da laut dieser Definition die prothetische Versorgung des Implantats nicht berücksichtigt wird, wurde zum Vergleich eine weitere Festlegung von Erfolgskriterien herangezogen:

*Die Erfolgskriterien nach Naert et al. 1992:*

- Das Implantat ist in situ.
- Keine periimplantäre Radiotransluzenz.
- Kein Vorhandensein von implantatinduzierten Schmerzen, Infektionen oder Parästhesien.
- Es liegt keine Implantatfraktur vor.
- Das Implantat muss zum prothetischen Ersatz herangezogen worden sein.

Für eine kritischere Betrachtung zur Bestimmung der Erfolgsprognose wurden die beiden genannten Erfolgskriterien erweitert. So durfte der periimplantäre röntgenologisch festgestellte Knochenabbau 1,5mm im ersten Jahr in Funktion und 0,2mm in den darauffolgenden Jahren betragen (Albrektsson et al. 1986).

### 4.3.2 Untersuchung der periimplantären Hartgewebssituation

#### 4.3.2.1 Lockerungsgrad

Um die periimplantäre Hartgewebssituation besser beurteilen zu können, erfolgte eine manuelle Prüfung auf Mobilität der Implantate. Diese wurden dabei orovestibulär, mesiodistal und intrudierend belastet. Mit dieser Art der klinischen Prüfung kann untersucht werden, ob eine bindegewebige oder ankylotische Einheilung des Implantates vorliegen. Bildet sich eine bindegewebige Kapsel um das Implantat, so resultiert eine unerwünschte Beweglichkeit und die Erfolgsraten sinken im Vergleich zu osseointegrierten Implantaten (Smith und Zarb 1989). Der Lockerungsgrad wurde entsprechend der Klassifikation der GKV analog zum natürlichen Zahn erhoben (Eickholz 2007), (Tabelle 3):

**Tabelle 3 Einteilung des Lockerungsgrades**

Grad	Beschreibung
Grad 0	Physiologische Beweglichkeit
Grad 1	Gerade fühlbare Beweglichkeit
Grad 2	Sichtbare Beweglichkeit
Grad 3	Beweglich auf Lippen- und Zungendruck und / oder axialer Richtung

#### 4.3.2.2 Röntgenanalyse

Um den möglichen periimplantären vertikalen und horizontalen Knochenverlust zu bestimmen, ist es wichtig in regelmäßigen Abständen Röntgenbilder anzufertigen (Behneke und Behneke 2004, Smith und Zarb 1989). Es wurden jeweils konventionelle Panoramaschichtaufnahmen postoperativ (als Referenzbild verwendet), zur Eingliederung der prothetischen Versorgung und circa ein Jahr nach Funktionsübernahme aufgenommen und ausgewertet. Alle Aufnahmen erfolgten mit dem Sirona Orthophos Plus (Röhrenspannung 68-70 kV, Röhrenstrom 8 mA, Umlaufzeit 13,9 s).



Um den Knochenabbau zu bestimmen, ist es notwendig fixe Punkte am Implantat festzulegen, damit vergleichbare Werte entstehen. Dabei dienten am Implantat als Referenzpunkte einmal die Implantatschulter und der Punkt, der den ersten Implantat - Knochen - Kontakt darstellt. Gemessen wurden die Abstände zwischen diesen beiden Punkten jeweils mesial und distal des Implantates (Ries et al. 2005). Um die bei Panoramaschichtaufnahmen auftretende Vergrößerung (Küker 2010) zu berücksichtigen, wurde der Vergrößerungsfaktor durch Implantatlänge<sub>real</sub> mit der Implantatlänge<sub>OPG</sub> ermittelt und als Referenzmaßstab verwendet (Ries et al. 2005).

### **4.3.3 Untersuchung der periimplantären Weichgewebssituation**

Desweiteren ist es notwendig das periimplantäre Weichgewebe zu untersuchen, da auch hier Rückschlüsse auf pathologische Prozesse gezogen werden können. So ist die Sondierungstiefe eine gute Wahl, um den Gesundheitszustand der periimplantären Mukosa als "gesund" oder "krankhaft" einzustufen (Lang et al. 1994). Dazu wurde mit Hilfe einer Kunststoffsonde, um die Implantatoberfläche nicht zu beschädigen (Heckmann und Nitschmann 1997), manuell Sondierungstiefen vestibulär, oral, mesial und distal um das Implantat genommen. Dies fand 1 Jahr nach Eingliederung der prothetischen Arbeit statt.

## **4.4 Dokumentation**

Durch Festlegung all der für die Dissertation relevanten Punkte wurde in SPSS 19.0 eine standardisierte Dokumentationstabelle angelegt. Alle Patienten, die zu dem Recall erschienen sind, bekamen Identifikationsnummern um die Anonymität zu wahren und wurden fortlaufend in die Tabelle eingetragen. Die Daten aus den Patientenakten sowie die Werte aus der klinischen Untersuchung und der Röntgenanalyse wurden ebenso in die SPSS-Tabelle aufgenommen.

Insgesamt konnten folgende Daten erhoben werden:

- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Grund für Zahnverlust

- Operationsdatum
- Art des Implantates, Durchmesser und Länge
- Implantatposition
- Datum der prothetischen Versorgung und Recalldaten
- Art der prothetischen Versorgung
- Risikofaktoren (z. B. Diabetes mellitus, Rauchen)
- Sondierungstiefen (mesial, distal, vestibulär, oral)
- Knochenabbau (mesial, distal)
- Vorliegen von periimplantärer Radiotransluzenz
- Mobilität des Implantates
- Vorliegen von implantatinduzierten Schmerzen
- Vorliegen von periimplantärer Radiotransluzenz

Für eine vereinfachte Auswertung sind alle Daten durch Zahlencodes verschlüsselt wurden.

## 4.5 Implantatsysteme

Alle untersuchten Implantate waren entweder RI- und S-Implantate der Firma BEGO Semados® oder blueSky Implantate der Firma bredent medical. Alle Implantate sind Schraubenimplantate. Die S-Line Implantate besitzen eine konische Form mit abgerundeten Apex zum Schutz anatomischer Strukturen, außerdem eine schmale polierte Schulter und ein selbstschneidendes Gewinde. Die RI-Line Implantate haben auch eine konische Form, eine schmale polierte Schulter, zusätzlich ein Mikrogewinde im Halsbereich und ein kondensierendes Gewinde zur lateralen Knochenverdichtung. Beide Implantate bestehen aus Rein-Titan mit einer gestrahlt-geätzten TiPurePlus-Oberfläche. Durch diese ablative Oberflächenstrukturierung erhält ein Implantat bessere hydrophile Eigenschaften und kann somit die Osseointegration begünstigen. Desweiteren wird der Knochen-Implantat-Kontakt durch die Gewinde vergrößert und die Primärstabilität verbessert (Wagner, Al Nawas 2004).

Die blueSky Implantate weisen ein ähnliches Design auf. So besitzen auch sie eine schmale veredelte Implantatschulter mit zusätzlichen Mikrorillen. Daran folgt ein kurzes Stück geätzte Oberfläche für eine bessere Bindegewebsstabilisierung. Auch hier wurde die restliche Oberfläche, zur Verbesserung der Osteokonduktivität, gestrahlt und hochtemperaturgeätzt. Dies wird bei der Firma bredent als Osseo - Connect - Surface (ocs®) bezeichnet (alle Angaben stammen von den Produktinformationen der jeweiligen Hersteller).

Von den insgesamt 124 berücksichtigten Implantaten wurden 67 S-Line Implantate (54,0%), 36 RI-Line Implantate (29,0%) und 21 blueSky Implantate (16,9%) gesetzt (Tabelle 4 und Abbildung 2 ).

**Tabelle 4 Häufigkeitsverteilung der Implantate**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig S-Line	67	54.0	54.0
RI-Line	36	29.0	29.0
blueSky	21	16.9	16.9
Gesamt	124	100.0	100.0

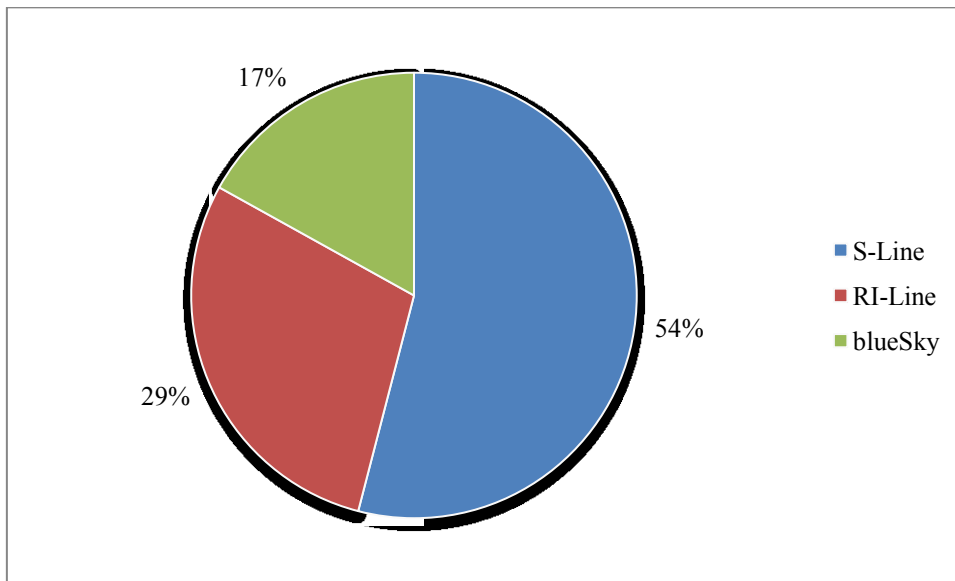


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Implantate

Bei den Bego Semados® Implantaten wurden Durchmesser von 3,25 mm bis 5,5 mm und Implantatlängen von 11,5 mm bis 18 mm verwendet (Abbildung 3). Bei den Implantaten von bredent medical kamen Durchmesser von 3,5 mm bis 4,5 mm und Längen von 12 mm bis 16 mm zum Einsatz (Abbildung 4). Die exakte Verteilung sind den Abbildungen 3 bis 4 zu entnehmen.

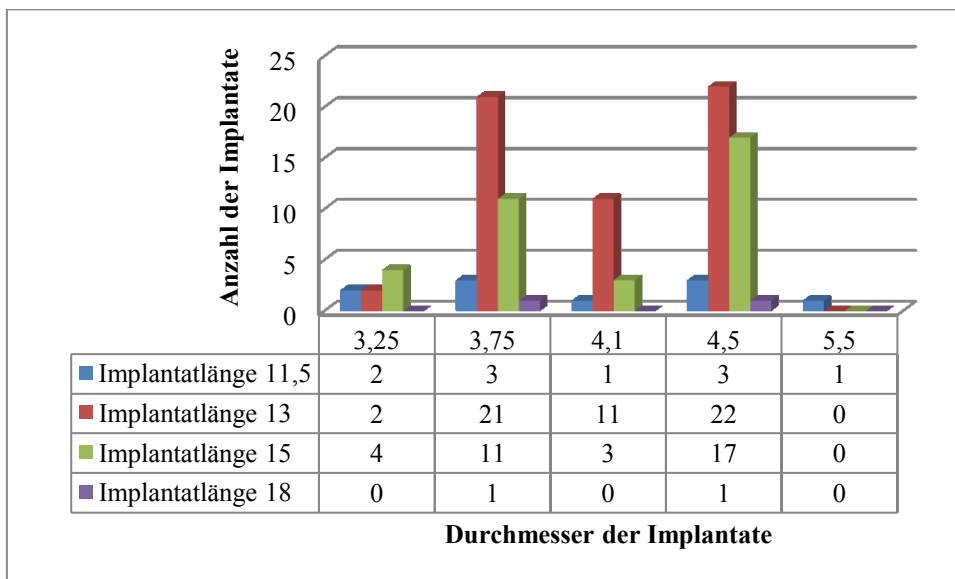


Abbildung 3: Anzahl, Länge [mm] und Durchmesser [mm] der verwendeten Bego Semados ® Implantate; n=103

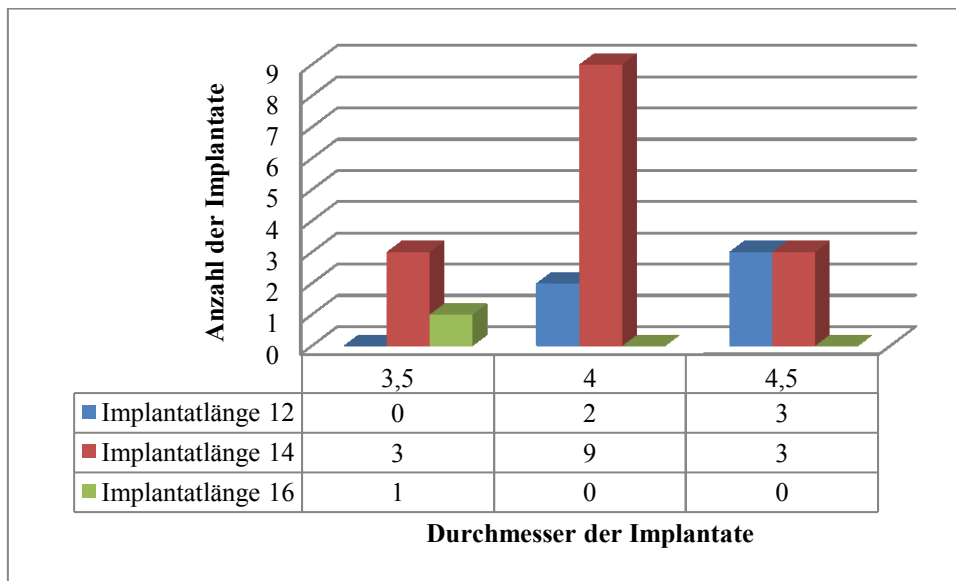


Abbildung 4: Anzahl, Länge [mm] und Durchmesser [mm] der verwendeten bredent medical Implantate;  $n=21$

#### 4.6 Statistische Auswertung und Textverarbeitung

Zunächst wurden alle aufgenommenen Daten in eine Tabelle des Programms Microsoft Excel 2007 eingetragen. Mit Hilfe dieser Tabelle erfolgte zum Teil die Auswertung der deskriptiven Analysen. Mit dem Statistikprogramm SPSS 19.0 der Firma IBM erfolgten ebenso deskriptive Auswertungen und es wurden alle Analysen zur Überlebenswahrscheinlichkeit nach der Kaplan-Meier Methode vorgenommen. Durch die Zuhilfenahme des Log-Rank Testes konnten Signifikanzen zwischen unterschiedlichen Gruppen untersucht werden. Dabei wurden Werte von  $p < 0,05$  als statistisch signifikant festgelegt.

Die Textverarbeitung erfolgte mit Microsoft Word 2007. Alle dargestellten Graphiken und Tabellen wurden mit Hilfe von Microsoft Excel 2007, IBM SPSS Statistics 19.0 und Adobe Photoshop CS5 erarbeitet.

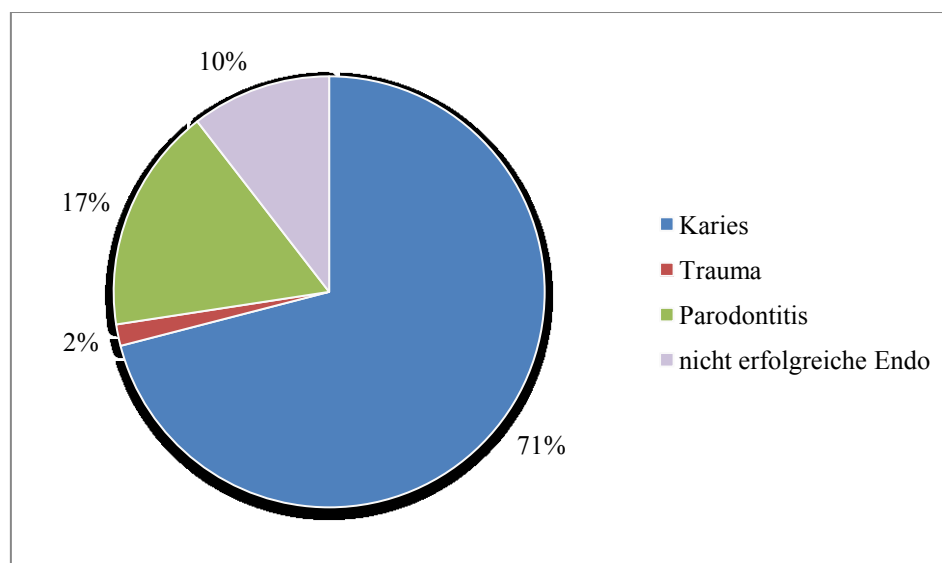
## 5 Ergebnisse

### 5.1 Ursache für Zahnverlust

Als häufigste Ursache für den Zahnverlust konnte mit 71,0% (n=88) tief kariöse Läsionen erfasst werden, gefolgt von 16,9% (n=21) des Zahnverlustes durch Parodontitis. Bei nur 13 Fällen (10,5%) war der Grund für eine Extraktion eine nicht erfolgreiche endodontische Behandlung, dies beinhaltet auch Zähne, die nach der Wurzelfüllung oder nach durchgeführten Revisionen ständig wiederkehrende starke Schmerzen verursachten. In nur 2 Fällen (1,6%) war eine traumatische Verletzung, ohne Mitbeteiligung von knöchernen Strukturen, Grund für die Zahnextraktion (Tabelle 5, Abbildung 5).

**Tabelle 5 Ursache für Zahnverlust**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig Karies	88	71.0	71.0
Trauma	2	1.6	1.6
Parodontitis	21	16.9	16.9
nicht erfolgreiche Endo	13	10.5	10.5
Gesamt	124	100.0	100.0



*Abbildung 5: Ursache für Zahnverlust bei n=124 Patienten*

## 5.2 Implantatlokalisierung

Im Oberkiefer wurden 77 Implantate inseriert, davon sind 28 Implantate (22,5%) an zentraler Frontzahnposition, 13 Implantate (10,5%) an der Eckzahnposition, 20 Implantate (16%) im Prämolarenbereich und 16 Implantate (12,8%) im Molarenbereich.

Im Unterkiefer sind 47 Implantate gesetzt wurden, davon befinden sich 16 Implantate (12,8%) an zentraler Frontzahnposition, 4 Implantate (3,2%) an der Eckzahnposition, 12 Implantate (9,6%) im Prämolarenbereich und 15 Implantate (12%) im Molarenbereich.

In beiden Kiefern wurden keine Implantate an Position der Weisheitszähne gesetzt (Abbildung 6).

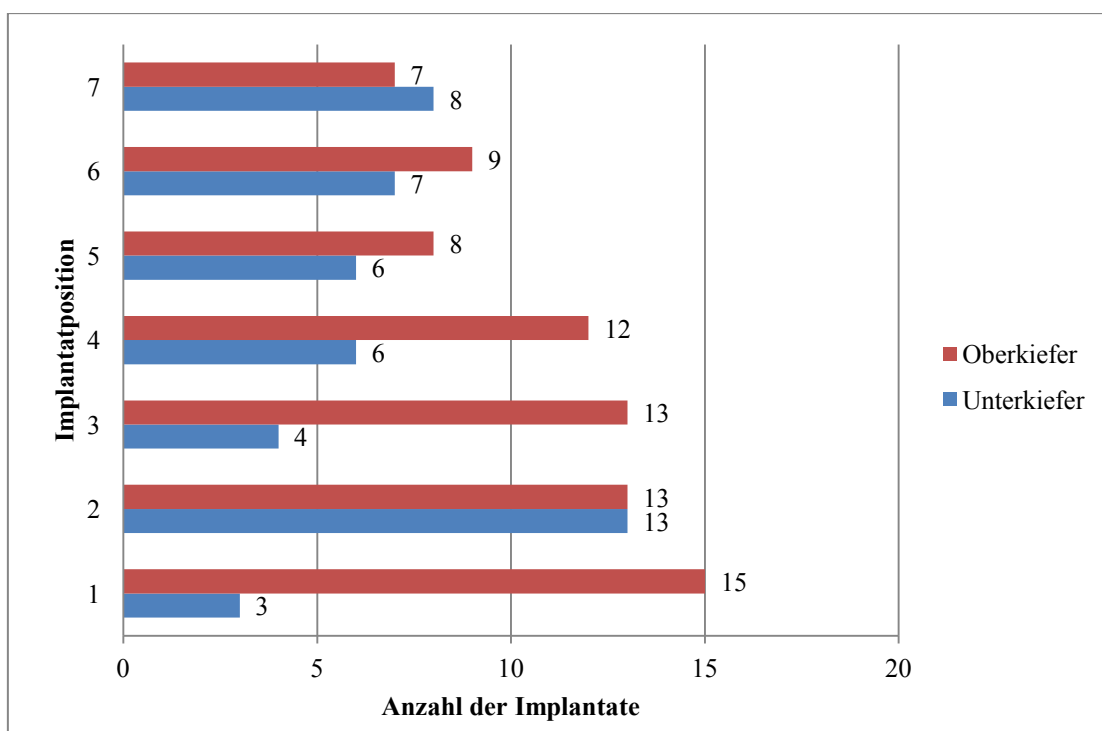


Abbildung 6: Verteilung der Implantate auf Ober- und Unterkiefer bei n=124 Implantate

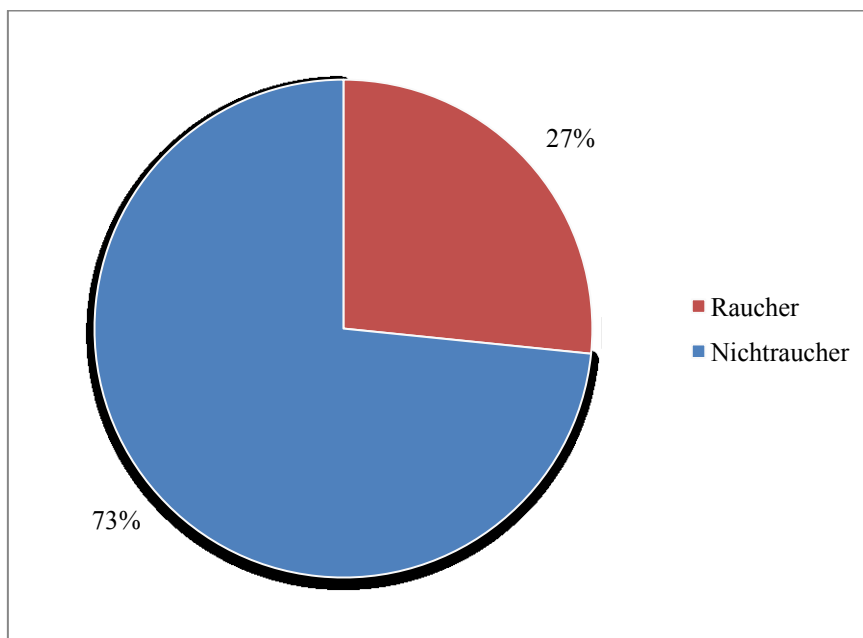
## 5.3 Risikoverteilung

### 5.3.1 Risikogruppe Raucher

Von den insgesamt 124 Patienten gaben 33 (26,6%) an, regelmäßig zu rauchen (Tabelle 6, Abbildung 7). Davon sind 22 Patienten als starke Raucher erfasst wurden. Diese gaben an, 20 Zigaretten und mehr täglich zu rauchen. Drei Patienten haben einen Zigarettenkonsum zwischen 10 bis 19 Zigaretten und lediglich 8 Patienten von 1 bis 9 Zigaretten am Tag. Ein Implantat wurde in dieser Risikogruppe explantiert.

**Tabelle 6 Anzahl der Nichtraucher und Raucher**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig Nichtraucher	91	73.4	73.4
Raucher	33	26.6	26.6
Gesamt	124	100.0	100.0



*Abbildung 7: Verteilung der Nichtraucher und Raucher (n=124)*



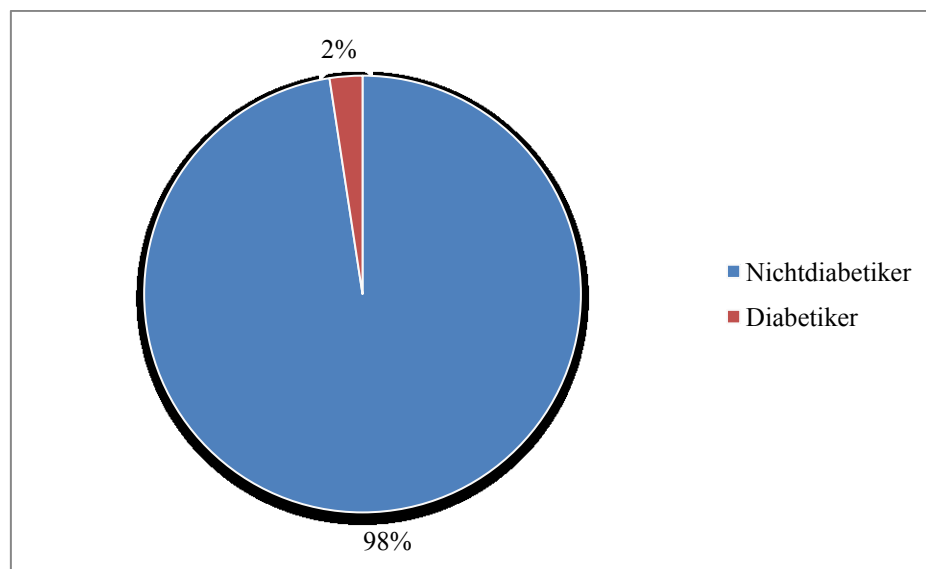
### 5.3.2 Risikogruppe Diabetiker

Nur 2,4 % (n=3) der Patienten gaben anamnestisch an, Diabetes mellitus Typ 2 zu haben (Tabelle 7, Abbildung 8). Alle befanden sich in regelmäßiger ärztlicher Kontrolle und der Blutzucker war durch orale Medikamente gut eingestellt.

Es bestanden keine Auffälligkeiten in dieser Gruppe. Weder konnte ein erhöhter Knochenabbau oder erhöhte Sondierungstiefen festgestellt werden, noch musste ein Implantat explantiert werden. Bei nur 3 Patienten mit Diabetes mellitus bestand daher keine Notwendigkeit eine Kaplan-Meier Analyse durchzuführen, da bei einer solch geringen Patientenzahl mit keinem repräsentativen Ergebnis zu rechnen wäre.

**Tabelle 7 Anzahl Diabetiker**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig Diabetes nein	121	97.6	97.6
Diabetes ja	3	2.4	2.4
Gesamt	124	100.0	100.0



*Abbildung 8: Verteilung der Nichtdiabetiker und Diabetiker (n=124)*

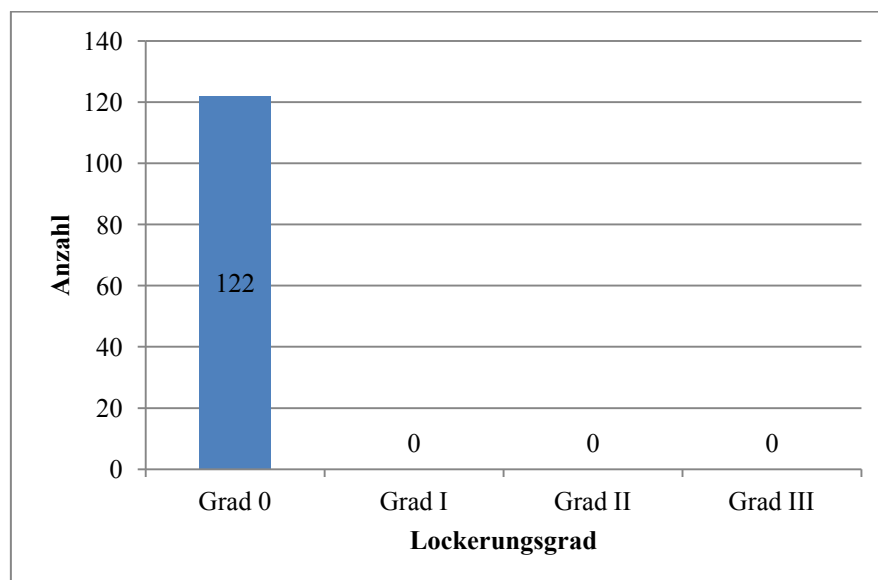
## 5.4 Klinische Untersuchung

### 5.4.1 Bestimmung des Lockerungsgrades

Alle manuell auf ihren Lockerungsgrad untersuchten Implantate wiesen den Grad 0 (n=122) auf. Der Grad I bis III konnte bei keinem Implantat festgestellt werden (Tabelle 8 , Abbildung 9).

**Tabelle 8 Lockerungsgrad**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig Grad 0	122	98.4	100.0
Fehlend	2	1.6	
Gesamt	124	100.0	



*Abbildung 9 : Darstellung des untersuchten Lockerungsgrades (n=122)*

### 5.4.2 Auswertung der Röntgenanalyse

Zum Zeitpunkt der Eingliederung der definitiven prothetischen Versorgung konnte mittels Röntgenanalyse ein mittlerer Knochenabbau von 0,35 mm ( $\pm 0,64$  SD) festgestellt werden. Der Median beträgt 0. Insgesamt wurden Werte von 0,00 mm bis 4,40 mm erfasst (Abbildung 10).

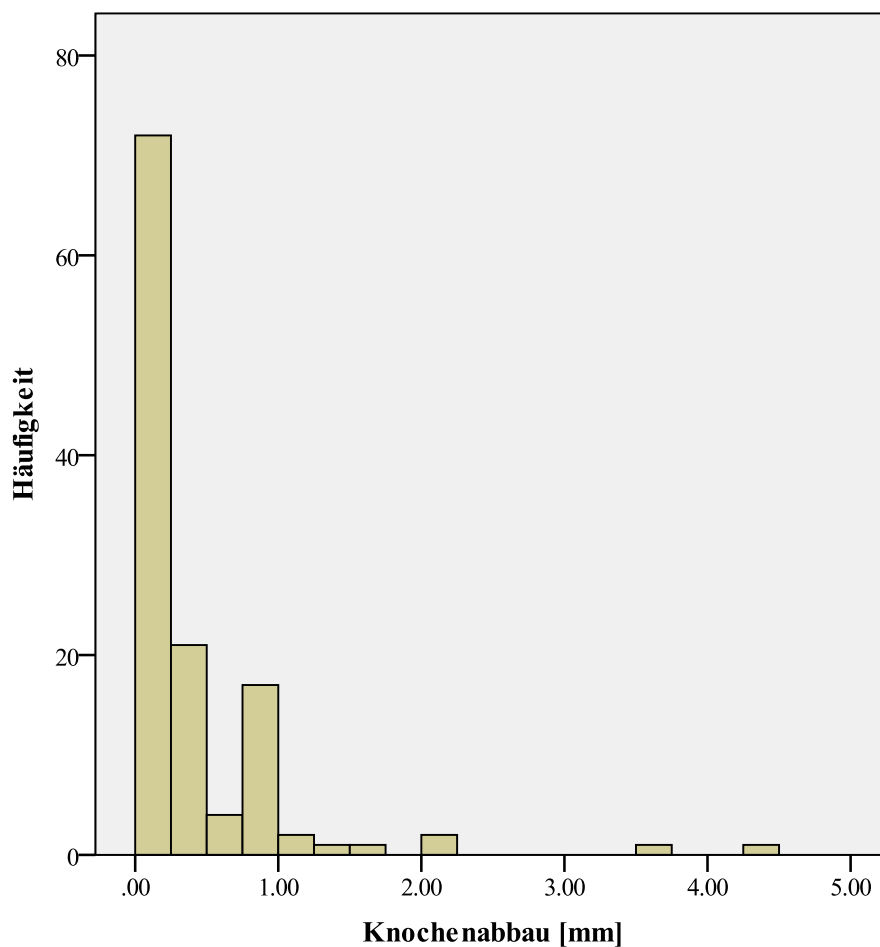


Abbildung 10: Knochenabbau zum Zeitpunkt der Eingliederung der prothetischen Arbeit (Baseline)

Circa ein Jahr nach Eingliederung der definitiven prothetischen Arbeit erfolgte erneut eine Röntgenanalyse, um den vertikalen Knochenverlust zu bewerten (1. Kontrolle). Hierbei zeichnete sich ein mittlerer Knochenabbau von 0,34 mm ( $\pm 0,68$  SD) ab. Der Median beträgt 0,2. Die ermittelten Werte erstreckten sich von minimal 0,00 mm bis maximal 5,00 mm (Abbildung 11).

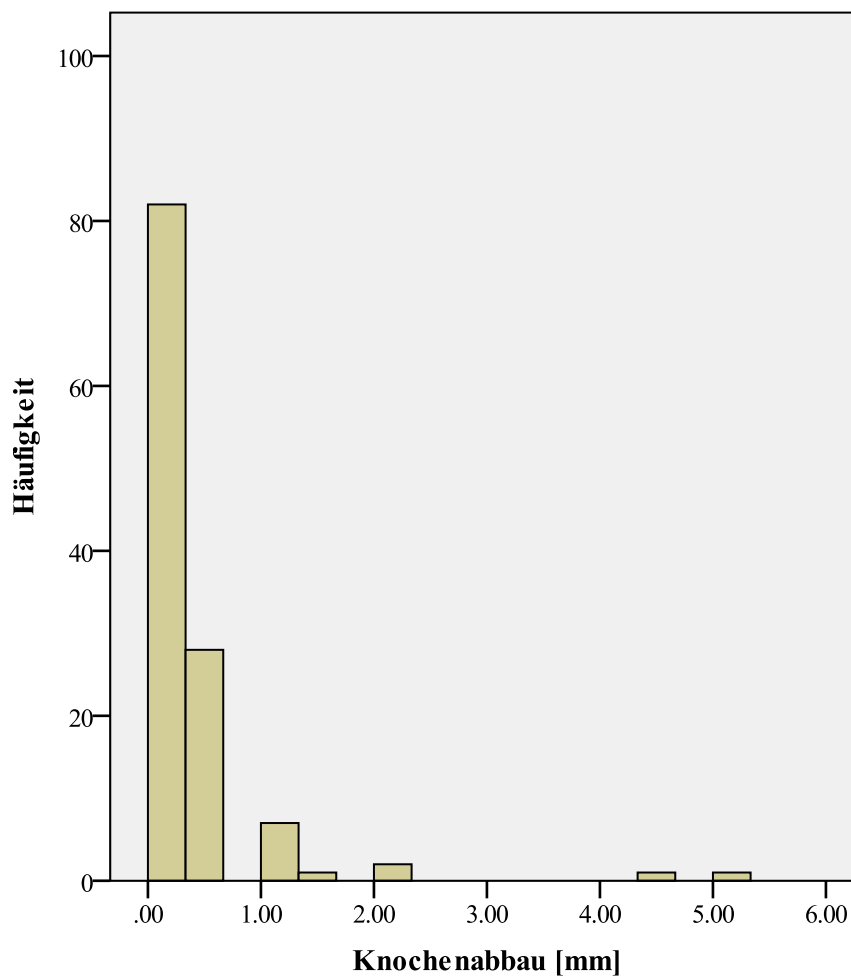


Abbildung 11: Knochenabbau circa 1Jahr nach Funktionsaufnahme

Innerhalb des ersten Jahres nach Funktionsaufnahme der Implantate zeichnet sich in 35,2 % (n=43) der Fälle keine Veränderung des Knochenniveaus ab. Jedoch steigt bei 33,6 % (n=41) der Patienten der Knochenabbau im Mittel um 0,34 mm an (Spannweite von Minimum 0,04 mm bis Maximum 1,0 mm) , während bei 31,1 % (n=38) eine durchschnittliche Verbesserung von 0,43 mm (Spannweite von Minimum 0,2 mm bis Maximum 1,0 mm) des Knochenniveaus beobachtet wird.

### 5.4.3 Bestimmung der Taschentiefe

Die an 4 Stellen genommene Taschentiefe betrug im Mittelwert 1,10 mm ( $\pm 0,83$  SD). Dabei reichten die Werte von Minimum 0 mm bis zu einer maximalen sondierbaren Tiefe von 4 mm. Die tiefsten Stellen wurden mesial und oral gemessen (Abbildungen 12 und 13).

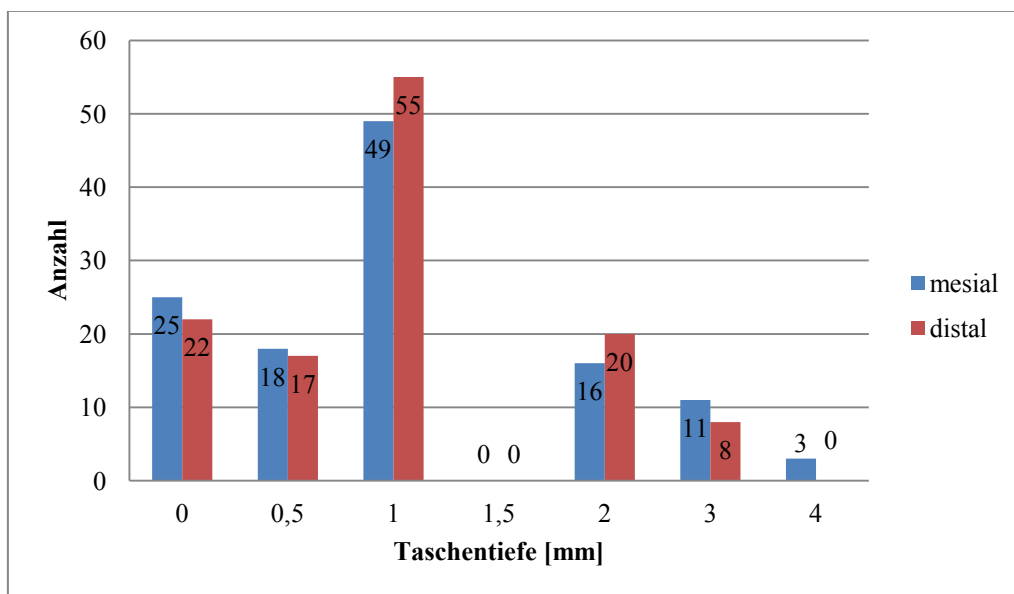


Abbildung 12: Darstellung der Taschentiefen mesial und distal (n=122)

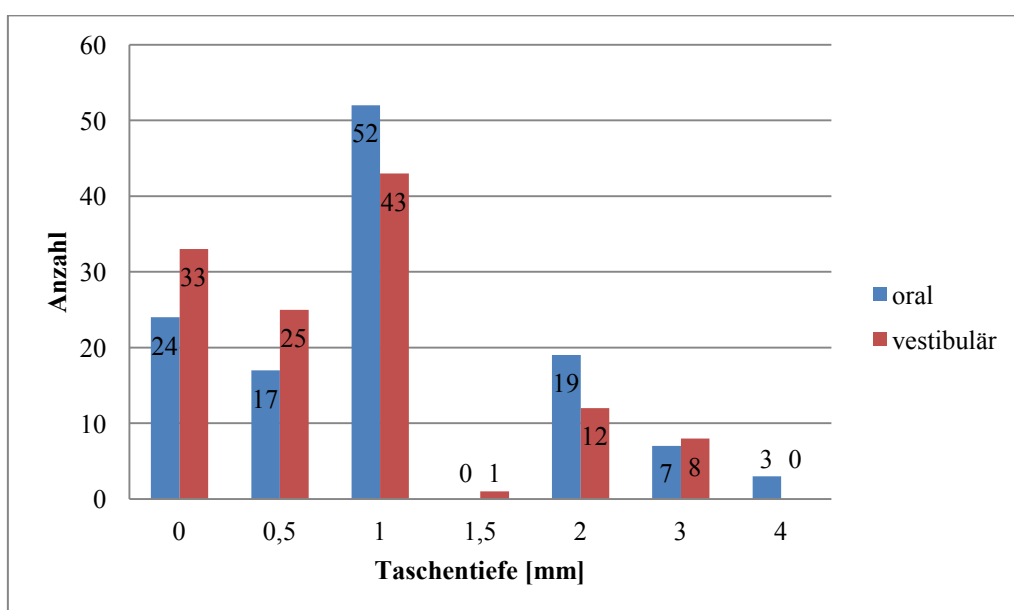


Abbildung 13: Darstellung der Taschentiefen oral und vestibulär (n=122)

## 5.5 Prothetische Versorgung

### 5.5.1 Belastungskonzepte

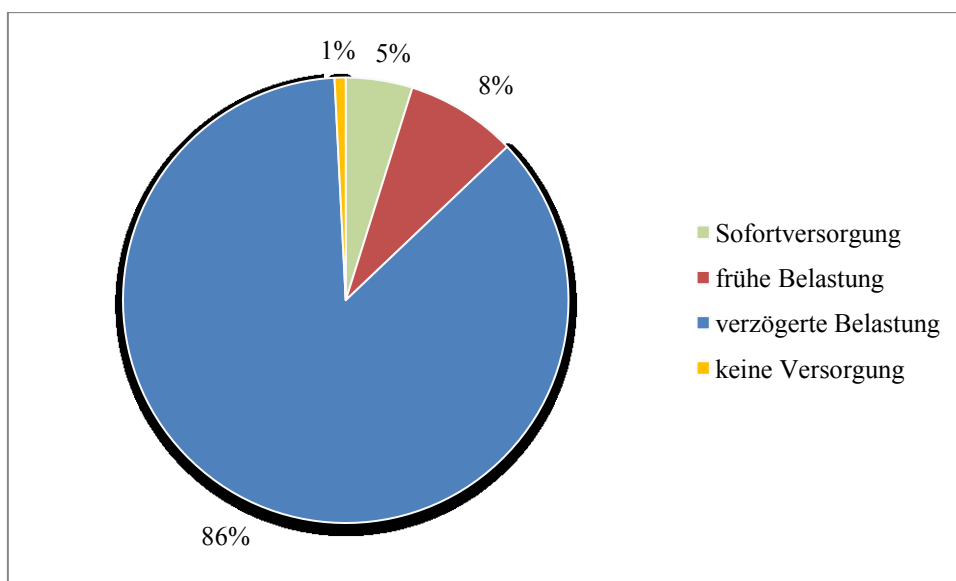
Die konventionelle Einheilzeit von zweiphasigen Implantaten stellt eine gut untersuchte und weitverbreitete Behandlungsoption zur Wiederherstellung des Kauvermögens und der Ästhetik dar. Dennoch zeichnete sich eine Verkürzung der Wartezeit bis zur Freilegung des Implantates oder bis zur Eingliederung der definitiven Prothetik ab. Die Thematik der sogenannten Sofortbelastung / frühen Belastung geriet immer häufiger in den Fokus wissenschaftlicher Publikationen (Brånemark et al. 1999, Aires und Berger 2002, Cochran et al. 2004, Esposito et al. 2007). Im Jahr 2002 fand diesbezüglich ein Consensus Meeting statt. Hier beschäftigte man sich unter anderem mit der Festlegung der Terminologie für die Belastung von Implantaten (Aparicio et al. 2003, Cochran et al. 2004):

<b>Sofortbelastung:</b>	Ein provisorischer oder definitiver Zahnersatz wird am selben Tag der Implantation bis spätestens 48 Stunden danach eingegliedert.
<b>Frühe Belastung:</b>	Ein provisorischer oder definitiver Zahnersatz wird zwischen 48 Stunden nach erfolgtem operativen Eingriff oder bis zu 3 Monaten danach eingegliedert.
<b>Verzögerte Belastung:</b>	Der definitive Zahnersatz wird nach der konventionellen Einheilzeit von 3 bis 6 Monaten nach Implantation eingegliedert.

Bei den untersuchten Patienten wurde in 107 Fällen (86,3 %) das Prinzip der verzögerten Belastung und in 10 Fällen (8,1 %) das Prinzip der frühen Belastung angewandt. Bei 6 Patienten (4,8 %) war die Implantatstabilität dementsprechend gut, dass eine sofortige prothetische Versorgung möglich war. Unter den beiden Implantaten, die explantiert werden mussten, wurde eins sofortversorgt und das andere mit einem Lappen gedeckt. Bei letzteren wurde eine prothetische Rehabilitation durch frühzeitigen Verlust nicht mehr möglich und konnte daher nicht gewertet werden (Tabelle 9, Abbildung 14).

**Tabelle 9 Verteilung in den unterschiedlichen Belastungszeiträumen**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig	Sofortversorgung	6	4.8	4.9
	Frühe Belastung	10	8.1	8.1
	Verzögerte Belastung	107	86.3	87.0
	Gesamt	123	99.2	100.0
Fehlend	Keine Versorgung	1	.8	
Gesamt		124	100.0	

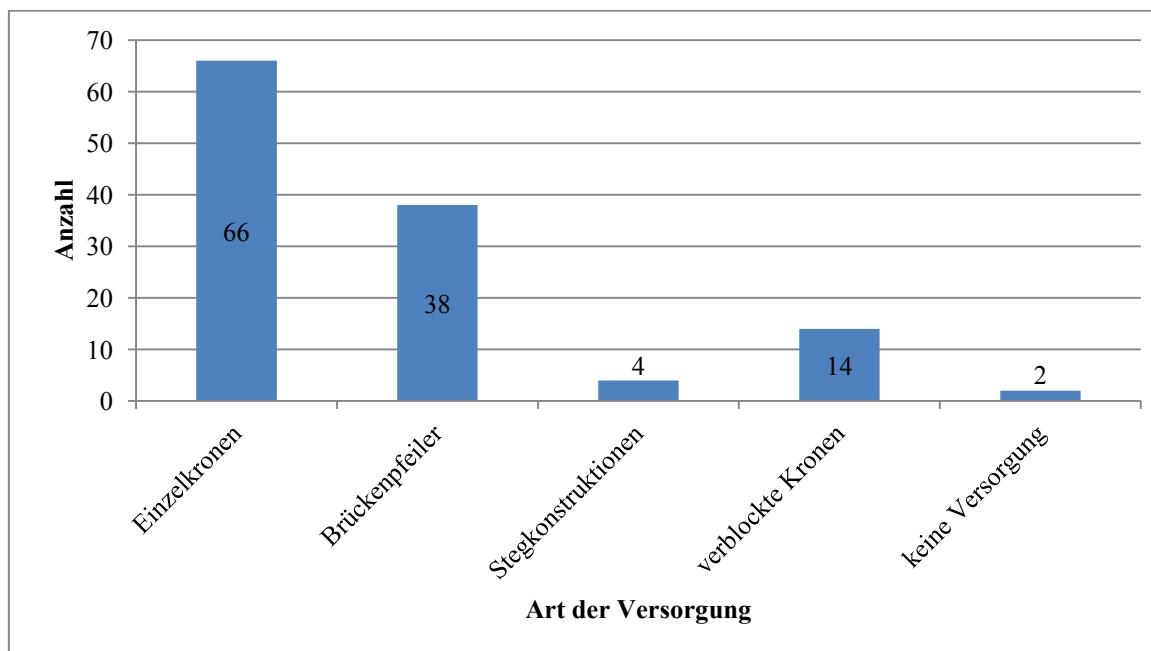
*Abbildung 14: Verteilung in den unterschiedlichen Belastungszeiträumen (n=124)*

### 5.5.2 Art der prothetischen Versorgung

Mit 53,2 % (n=66) wurden die untersuchten Implantate am häufigsten mit Einzelkronen versorgt. 30,6 % (n=38) der Implantate wurden als Brückenpfeiler verwendet, 11,3 % (n=14) wurden durch verblockte Implantatkronen versorgt und nur 3,2 % (n=4) erhielten als Suprakonstruktion eine Stegprothese. Da 2 Implantate (1,6 %) frühzeitig verloren gingen, konnte in diesen beiden Fällen keine prothetische Versorgung stattfinden (Tabelle 10, Abbildung 15 ).

**Tabelle 10 Prothetische Versorgung**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig	Einzelkrone	66	53.2	54.1
	Brückenpfeiler	38	30.6	31.1
	Stegkonstruktion	4	3.2	3.3
	verblockte Implantatkronen	14	11.3	11.5
	Gesamt	122	98.4	100.0
Fehlend	Keine Versorgung	2	1.6	
Gesamt		124	100.0	

*Abbildung 15: Prothetische Versorgung (n=124)*



## 5.6 Behandlungszeiträume am klinischen Fallbeispiel

Vor jedem geplanten operativen Eingriff erfolgte eine präoperative Analyse, ob eine Sofortimplantation in Frage käme, sowie ein ausführliches Gespräch, bei dem die Patienten über mögliche Risiken und Alternativen aufgeklärt wurden.

Bei allen untersuchten Patienten wurden die Zähne unter dem Versuch des Erhalts der knöchernen Strukturen extrahiert. Vor allem im ästhetischen Bereich der Oberkiefer und Unterkiefer Frontzahnregionen bedeutete dies den Erhalt der bucalen Knochenlamelle. Zeigten sich nach Extraktion zu große Knochendefekte erfolgte eine Augmentation und die Implantatinserterion wurde auf einen späteren Zeitpunkt verschoben. Alle Patienten erhielten als Antibiotikaphylaxe Clindamycin 600 mg. Die Einnahme erfolgte einen Tag präoperativ und wurde bis einschließlich dem fünften postoperativen Tag fortgesetzt (Abbildung 16a).



*Abbildung 16a: Zustand nach Implantation*

Die Zeitspanne zwischen Implantation und Freilegung betrug im Mittel 131,24 Tage und der Median lag bei 121 Tagen. Bei der Mehrheit der Patienten erfolgte ein Wundverschluss, um die "mechanische Ruhe" des Implantates zu gewährleisten. Sie erhielten als temporäre Versorgung eine Interimsprothese. Im Falle einer guten Primärstabilität war eine Sofortversorgung möglich. Dies führte auch zu der Differenz zwischen Mittelwert und Median im Zeitraum von der Freilegung der Implantate bis zur Abformung (MW= 33,36, Median= 15) (Abbildung 16b).

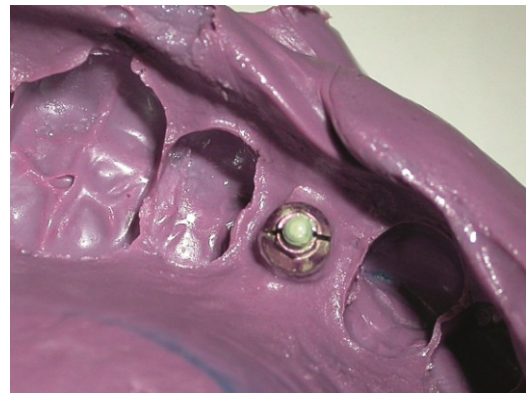


Abbildung 16b: (links) Zustand nach Entfernung des Gingivaformers; (rechts) Präzisionsabformung mit Impregum (3M ESPE) und Abformpfosten

Die Eingliederung der definitiven prothetischen Arbeit und die damit einhergehende kaufunktionelle und ästhetische Rehabilitation erfolgte im Mittel 18,26 Tage (Median= 15) nach erfolgter Abformung (Abbildung 16c).

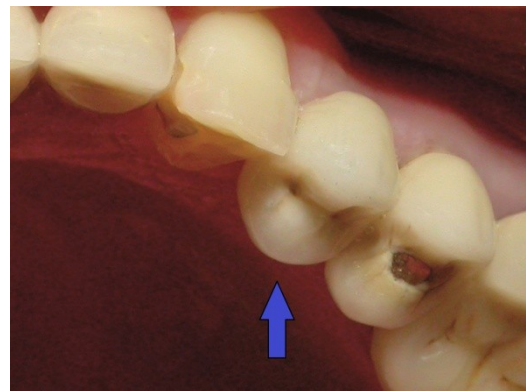
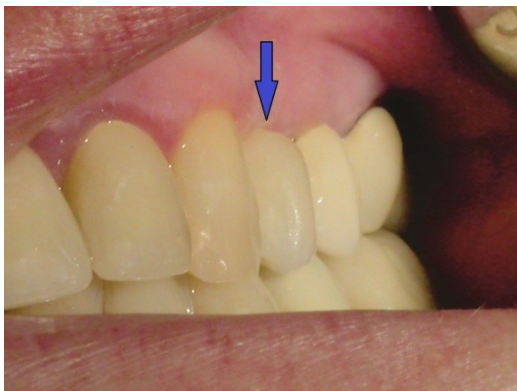
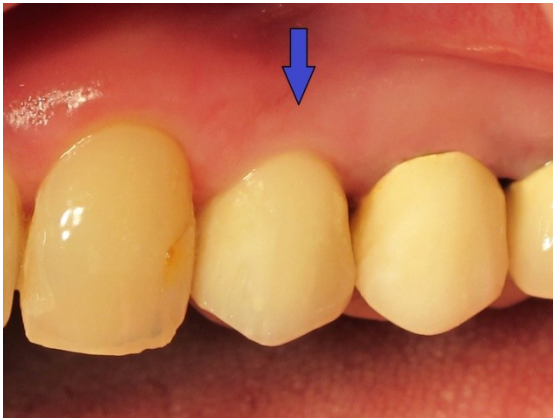


Abbildung 16c: Definitive Implantat-getragene Krone am Tag der Eingliederung; (links) Ansicht von vestibulär; (rechts) Ansicht von okklusal

Insgesamt betrug die Zeitspanne zwischen der Implantation und der Erstbelastung der Implantate im Mittel 183,19 Tage (Median= 159). Neben mehreren Nachsorgeterminen in der Zeit nach Erhalt der prothetischen Arbeit, wurden im Mittel nach 340,02 Tagen (Median= 328) die Patienten zu einem Recall bestellt, um klinische Parameter, unter anderem die Hartgewebssituation mittels eines OPGs, zu bewerten (Abbildung 16d).



*Abbildung 16d: Zustand zum Zeitpunkt des  
Recalls - ein Jahr nach Eingliederung der  
prothetischen Arbeit*

Insgesamt betrug die Verweildauer der Implantate für den untersuchten Zeitraum im Mittel 514,52 Tage (Median= 497).

## 5.7 Auswertung der Verweildaueranalysen

### 5.7.1 Auswertung der Misserfolge nach den festgelegten Erfolgskriterien

Neben den genannten Bewertungskriterien nach Naert et al.(1992) und Buser et al.(1990), ist auch der periimplantäre Knochenabbau ein wichtiges Kriterium, das über den Erfolg oder Misserfolg von Implantaten mit entscheidet. Die festgelegte Grenze von 1,5 mm Knochenabbau im ersten Jahr führte dazu, dass 4 Implantate (3,2%) auf Grund eines überhöhten Knochenverlustes als nicht erfolgreich gewertet werden mussten. Diese 4 Implantate befanden sich aber in situ und die Patienten gaben keine Schmerzen oder Parästhesien an, noch konnten Infektionen, periimplantäre Radiotransluzenzen oder eine Mobilität festgestellt werden. Zwei Patienten klagten während der Einheilphase über Schmerzen an den inserierten Implantaten. In diesen beiden Fällen (1,6%) mussten die 2 Implantate noch vor Eingliederung der definitiven prothetischen Arbeit explantiert werden. Es zeichneten sich lokal entzündliche Prozesse ab. Damit sind diese 1,6% als eine Frühmisserfolgsrate zu werten (Buser et al. 2004).

Von den insgesamt 124 untersuchten Implantaten wiesen 118 (95,2%) einen regelrechten Knochenabbau auf. Röntgenologisch wurden keine periimplantäre Radiotransluzenzen eruiert. Es lagen keine Implantatfrakturen vor. Keiner der 118 Patienten gab Schmerzen, Fremdkörpergefühl oder Dysästhesien an. Klinisch wurden keine Infektionen oder putride Sekretionen beobachtet. Keines der Implantate war frakturiert oder mobil, alle befanden sich in situ und wurden zum prothetischen Ersatz herangezogen. Damit gelten diese 95,2% der Implantate als erfolgreich (Tabelle 11).

**Tabelle 11 Auswertung nach Erfolgskriterien**

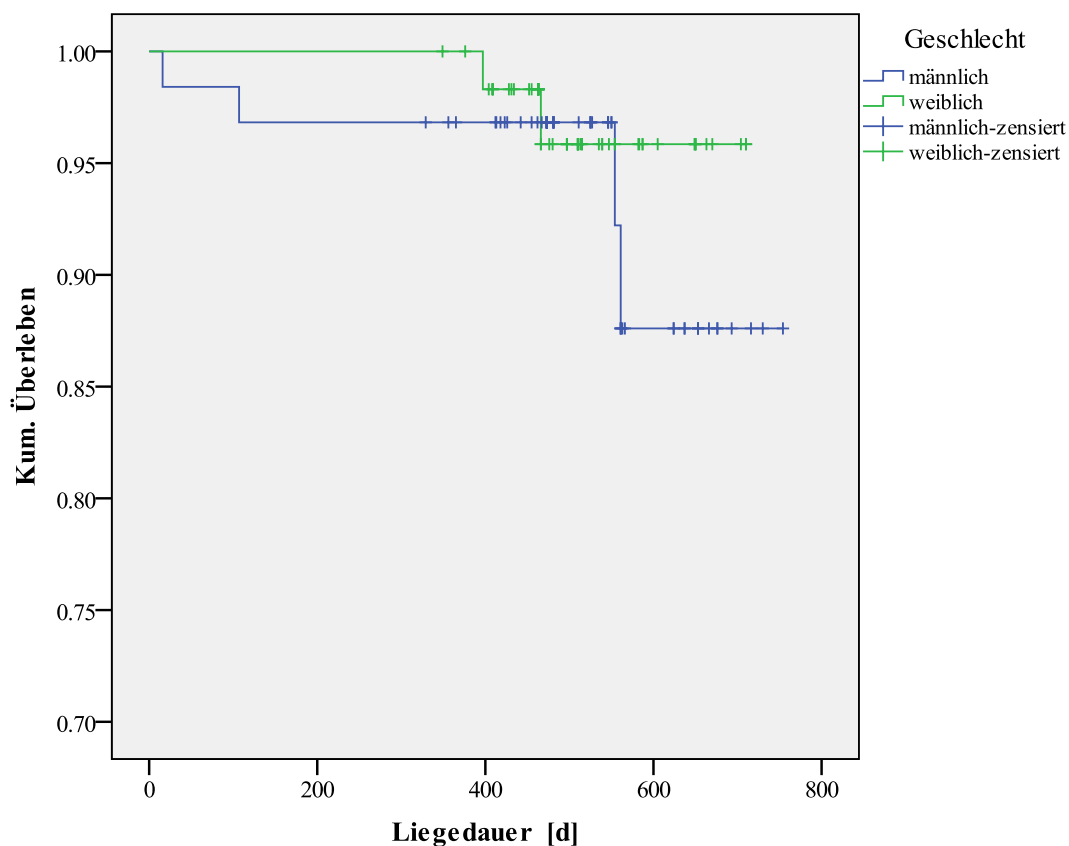
	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Miss- Explantation	2	1.6	1.6
erfolg Erhöhter Knochenabbau	4	3.2	3.2
Erfolgreich	118	95.2	95.2
Gesamt	124	100.0	100.0

### 5.7.2 Geschlechtsspezifische Verweildaueranalyse der Implantate

Bei den 63 männlichen und 61 weiblichen Patienten konnte im Log Rank Test mit  $p=0,505$  kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die nach Kaplan-Meier ermittelte Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate im untersuchten Zeitraum liegt für die männlichen Patienten bei 87,6% und für die weiblichen Patienten bei 95,8% (Tabelle 12, Abbildung 17).

**Tabelle 12 Fallverarbeitung in Bezug auf das Geschlecht**

Geschlecht	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
männlich	63	4
weiblich	61	2
Gesamt	124	6



*Abbildung 17: Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier in Bezug auf das Geschlecht der Patienten*

### 5.7.3 Altersspezifische Verweildaueranalyse der Implantate

Zur besseren Veranschaulichung wurden die Altersgruppen auf insgesamt drei reduziert. Die erste Einteilung erfolgte für die Patienten im Alter von 20-39 Jahren, die zweite für Patienten im Alter von 40-59 Jahren und die dritte für Patienten im Alter von 60-79 Jahren. Mit  $p=0,198$  konnte im Log Rank Test kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tabelle 13, Abbildung 18).

**Tabelle 13 Fallverarbeitung in Bezug auf das Alter**

Altersklassen	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
Altersklasse 20-39	14	2
Altersklasse 40-59	88	3
Altersklasse 60-79	22	1
Gesamt	124	6

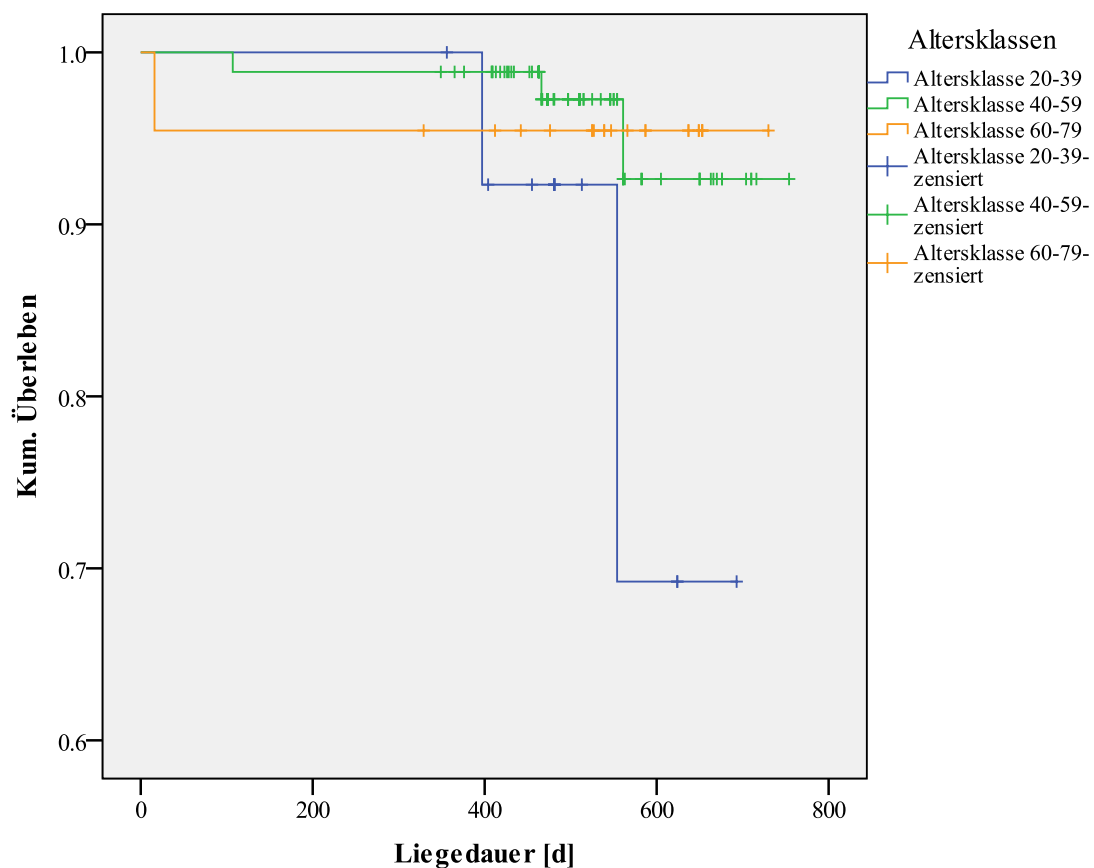


Abbildung 18: Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier in Bezug auf die Verteilung in Altersklassen

### 5.7.4 Verweildaueranalyse der Implantate in Bezug auf die Ursache des Zahnverlustes

Mittels Log Rank Test konnte mit  $p=0,000$  ein hoch signifikanter Unterschied in der Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate in Bezug auf die Ursache des Zahnverlustes festgestellt werden. Die Verweilwahrscheinlichkeiten liegen für die Ursachen Karies bei 94,4%, für Trauma bei 0,0%, für Parodontitis bei 100% und für endodontische Ursachen bei 92,3% (Tabelle 14, Abbildung 19).

**Tabelle 14 Fallverarbeitung in Bezug auf die Ursache des Zahnverlustes**

Ursache Zahnverlust	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
Karies	88	3
Trauma	2	2
Parodontitis	21	0
nicht erfolgreiche Endo	13	1
Endo		
Gesamt	124	6

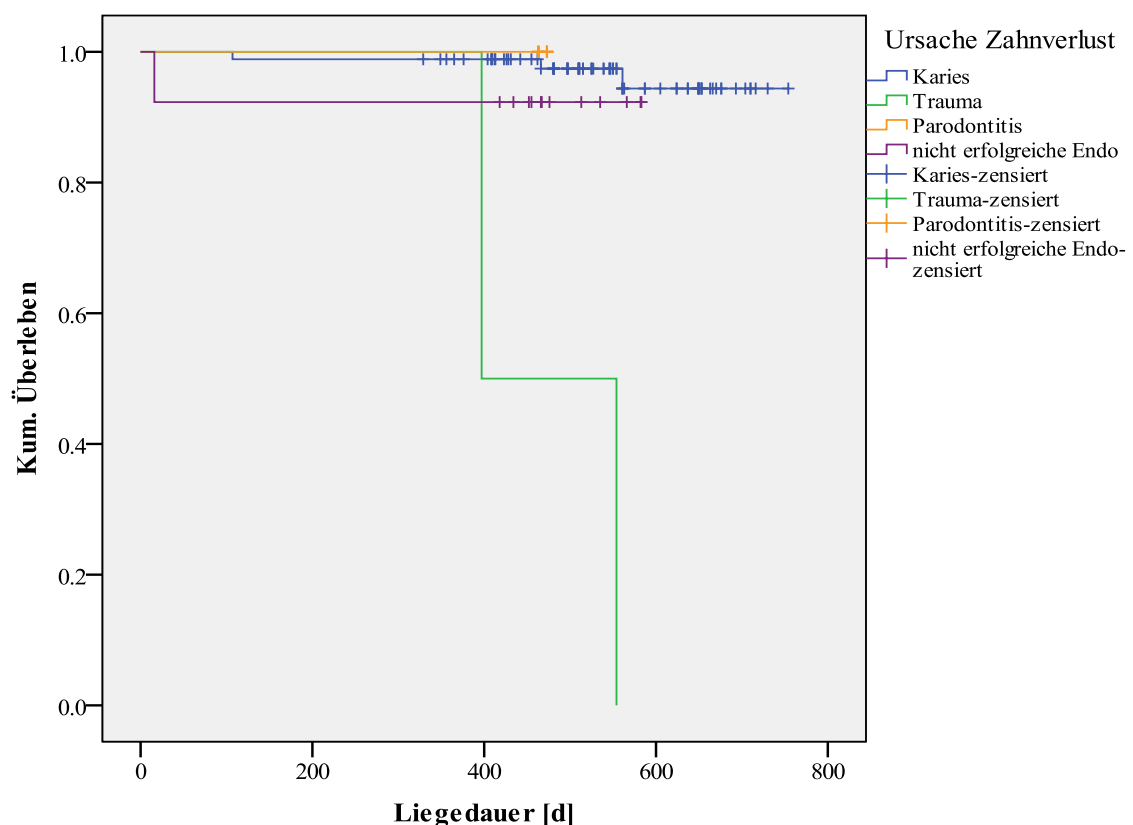


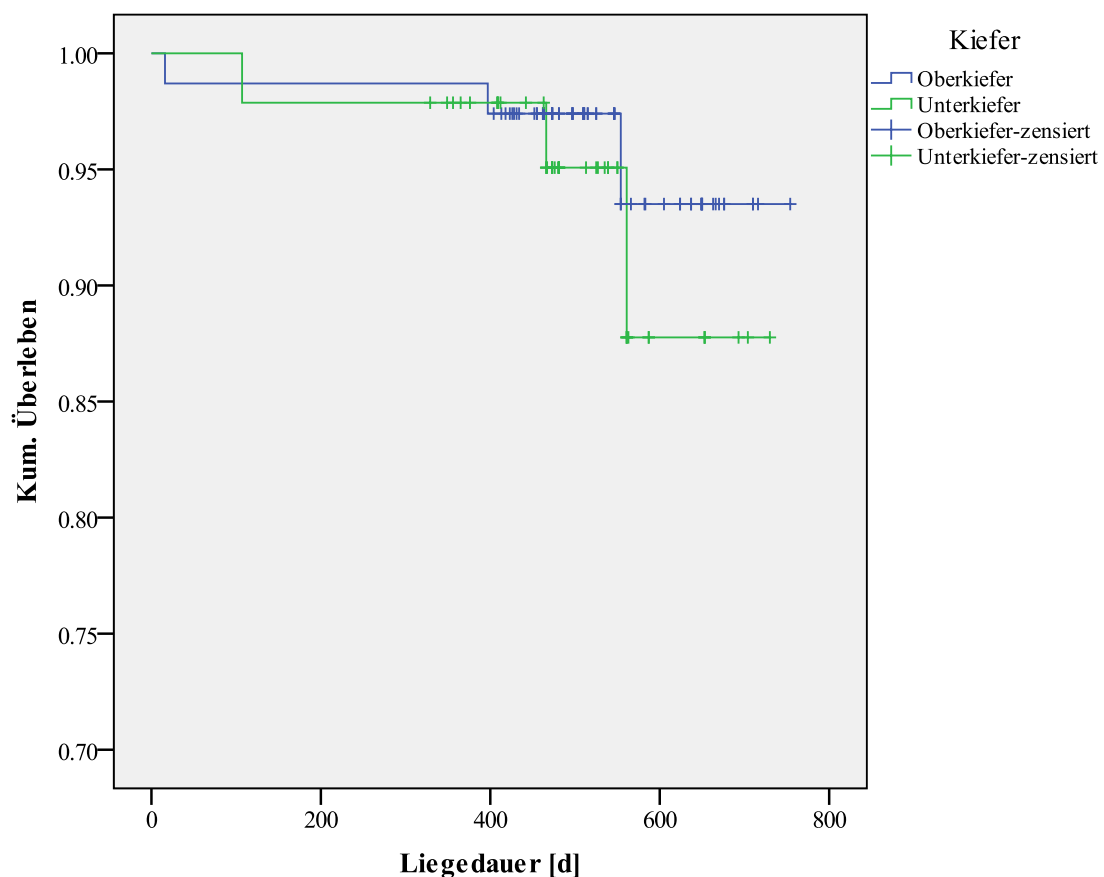
Abbildung 19: Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier in Bezug auf die Ursache des Zahnverlustes

### 5.7.5 Verweildaueranalyse der Implantate in Bezug auf den Kiefer

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate im Ober- und Unterkiefer ergab mit  $p=0,506$  im Log Rank Test keinen signifikanten Unterschied. Die Überlebenswahrscheinlichkeit für den betrachteten Untersuchungszeitraum beträgt im Oberkiefer 93,5% und im Unterkiefer 87,8% (Tabelle 15, Abbildung 20).

**Tabelle 15 Fallverarbeitung in Bezug auf den Kiefer**

Kiefer	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
Oberkiefer	77	3
Unterkiefer	47	3
Gesamt	124	6



*Abbildung 20: Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier im Ober- und Unterkiefer*



### 5.7.6 Verweildaueranalyse der Implantate in der Front- und Seitenzahnregion

Durch den Log Rank Test mit  $p=0,960$  konnte kein signifikanter Unterschied in der Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate der Frontzahnregion (91,3%) gegenüber der Seitzahnregion (91,0%) ermittelt werden (Tabelle 16, Abbildung 21).

**Tabelle 16 Fallverarbeitung in Bezug auf die Zahnregion**

Zahnregion	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
Frontzahnregion	61	3
Seitenzahnregion	63	3
Gesamt	124	6

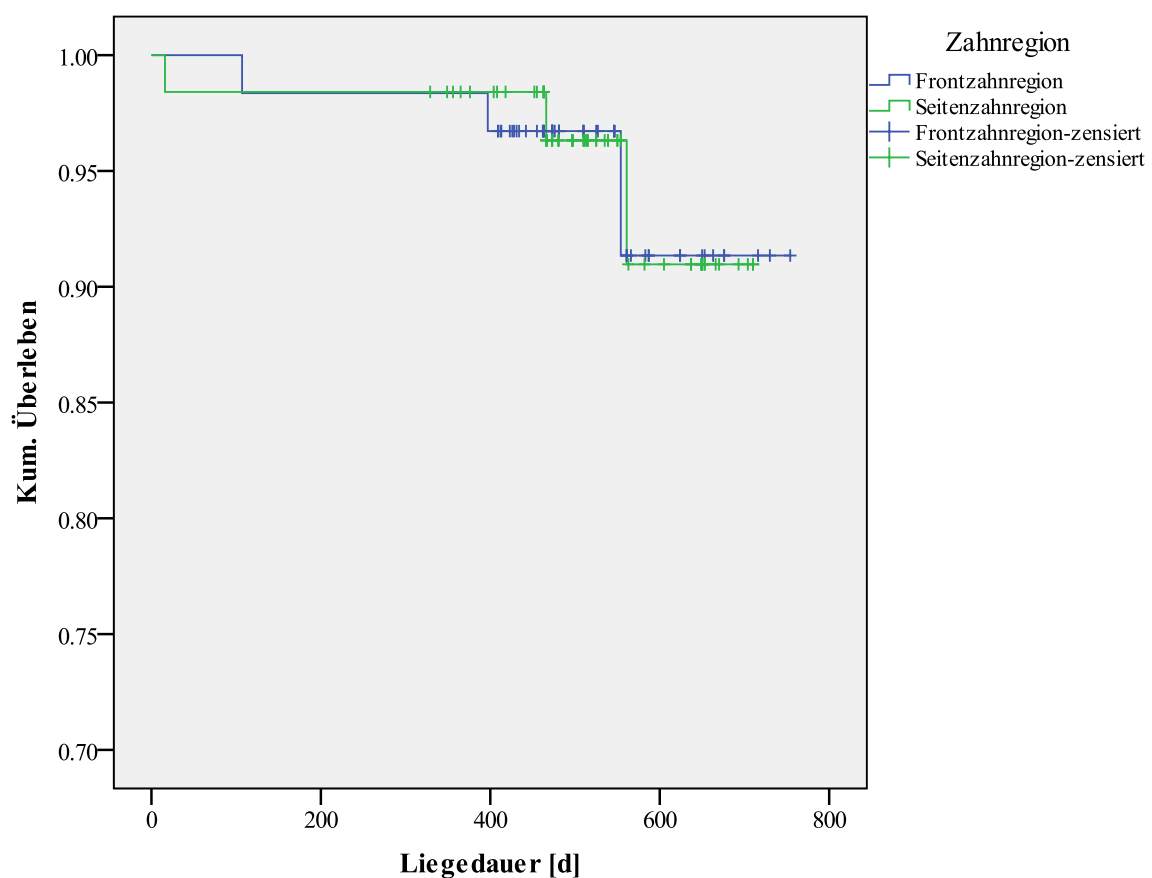


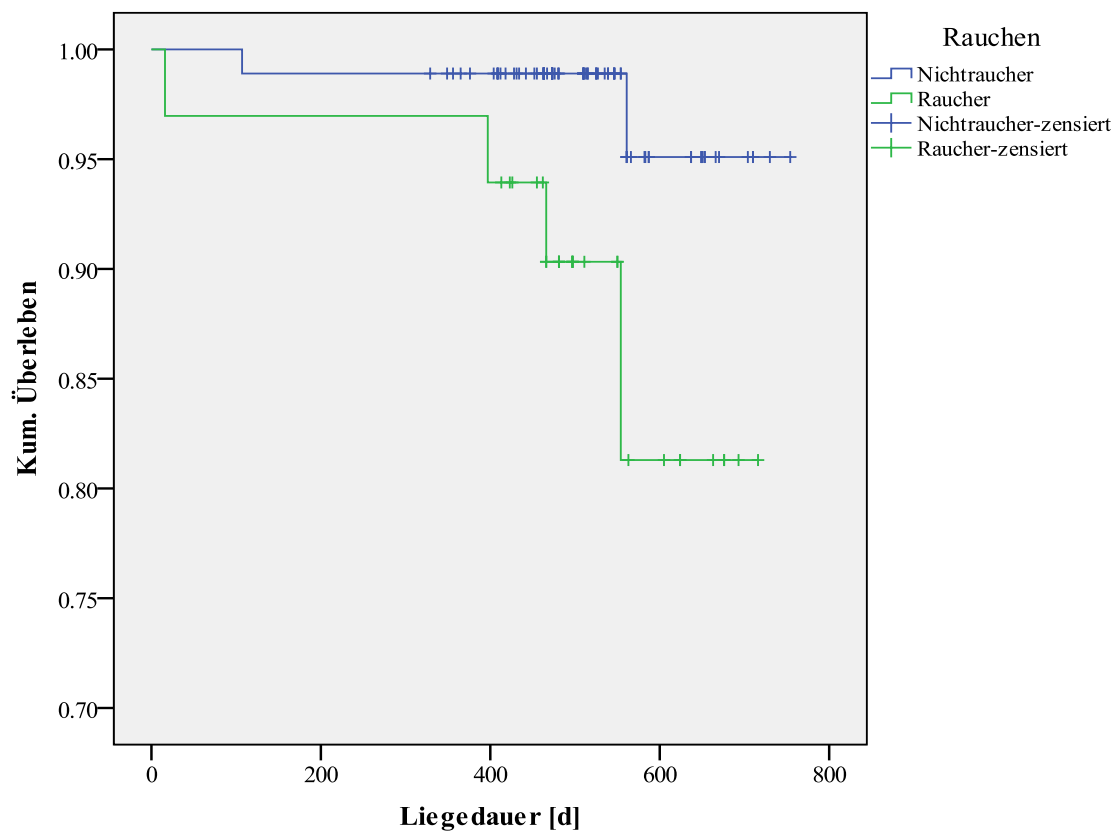
Abbildung 21: Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier in der Front- und Seitenzahnregion

### 5.7.7 Verweildaueranalyse der Implantate bei Rauchern gegenüber Nichtrauchern

Der Log Rank Test ergab mit  $p=0,028$  einen signifikanten Unterschied in der Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate von Rauchern gegenüber Nichtrauchern. Die Verweildauerwahrscheinlichkeit liegt in der Gruppe der Raucher bei 81,3% und in der Gruppe der Nichtraucher bei 95,1% (Tabelle 17, Abbildung 22). Es wurden alle Raucher unabhängig ihres Nikotinabusus einbezogen.

**Tabelle 17 Fallverarbeitung in Bezug auf Raucher / Nichtraucher**

Rauchen	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
Nichtraucher	91	2
Raucher	33	4
Gesamt	124	6



*Abbildung 22: Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier für Raucher und Nichtraucher*

### 5.7.8 Verweildaueranalyse der Implantate für die verschiedenen prothetischen Arbeiten

Bei der Bewertung der prothetischen Versorgung der Implantate ist als Zeitpunkt Null, die Eingliederung der prothetischen Arbeit anzusehen. Im Log Rank Test konnte mit  $p=0,413$  kein signifikanter Unterschied zwischen den unterschiedlichen prothetischen Versorgungsmöglichkeiten festgestellt werden. Für die Einzelkronen liegt die Verweildauer bei 92,7%, für die verblockten Implantatkronen bei 75,0% und für die Brückenpfeiler und Stegkonstruktionen, mit jeweils Null Ereignissen, bei 100% (Tabelle 18, Abbildung 23).

**Tabelle 18 Fallverarbeitung in Bezug auf die Prothetik**

Prothetik	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
Einzelkrone	66	3
Brückenpfeiler	38	0
Stegkonstruktion	4	0
verblockte Implantatkronen	14	1
Gesamt	122	4

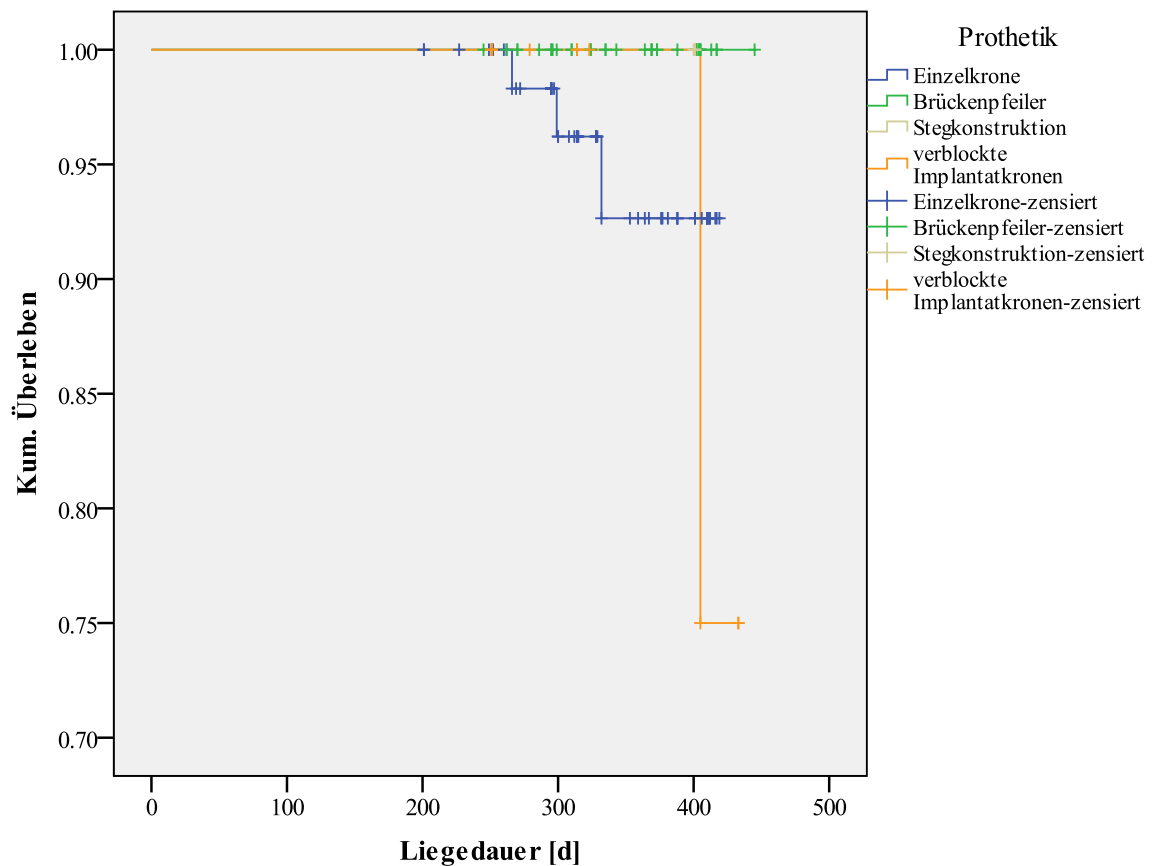


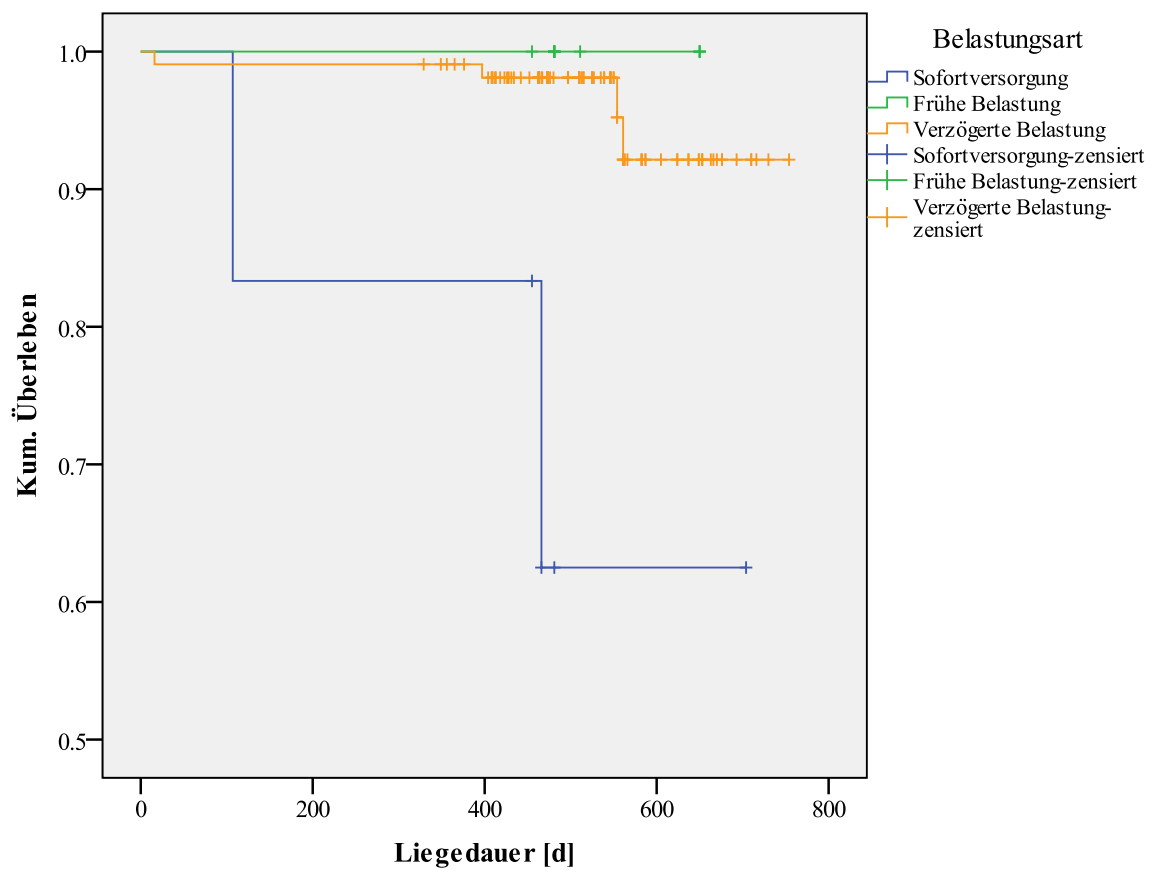
Abbildung 23: Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier für die prothetische Versorgung

### 5.7.9 Verweildaueranalyse der Implantate für die Belastungskonzepte

In der Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate in Bezug auf die jeweilige Belastungsart konnte im Log Rank Test mit  $p=0,001$  eine hohe Signifikanz festgestellt werden. Die Verweildauerwahrscheinlichkeit der Implantate im untersuchten Zeitraum, die für die Sofortversorgung herangezogen wurden, liegt bei nur 62,5%, während sie bei der verzögerten Belastung 92,1% und bei der frühen Belastung 100% beträgt (Tabelle 19, Abbildung 24).

**Tabelle 19 Fallverarbeitung in Bezug auf die Belastungsart**

Belastungsart	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
Sofortversorgung	6	2
Frühe Belastung	10	0
Verzögerte	108	4
Gesamt	124	6

*Abbildung 24: Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier für die verschiedenen Belastungsarten*

### 5.7.10 Verweildauermanalyse der verschiedenen Längen der Implantate

Die Implantatlängen wurden in 4 Gruppen unterteilt. Dabei ist die Überlebenswahrscheinlichkeit für die Implantate mit den Längen 11,5 - 12 mm 33,3%, für die Längen 13 -14 mm 98,0% , für die Längen 15 - 16 mm 91,4% und für die Implantate mit 18 mm Länge 100%. Der Log Rank Test gab mit  $p=0,106$  keinen signifikanten Unterschied an (Tabelle 20, Abbildung 25).

**Tabelle 20 Fallverarbeitung für die Implantatlängen**

Implantatlänge	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
11.5-12 mm	15	2
13-14 mm	71	1
15-16 mm	36	3
18 mm	2	0
Gesamt	124	6

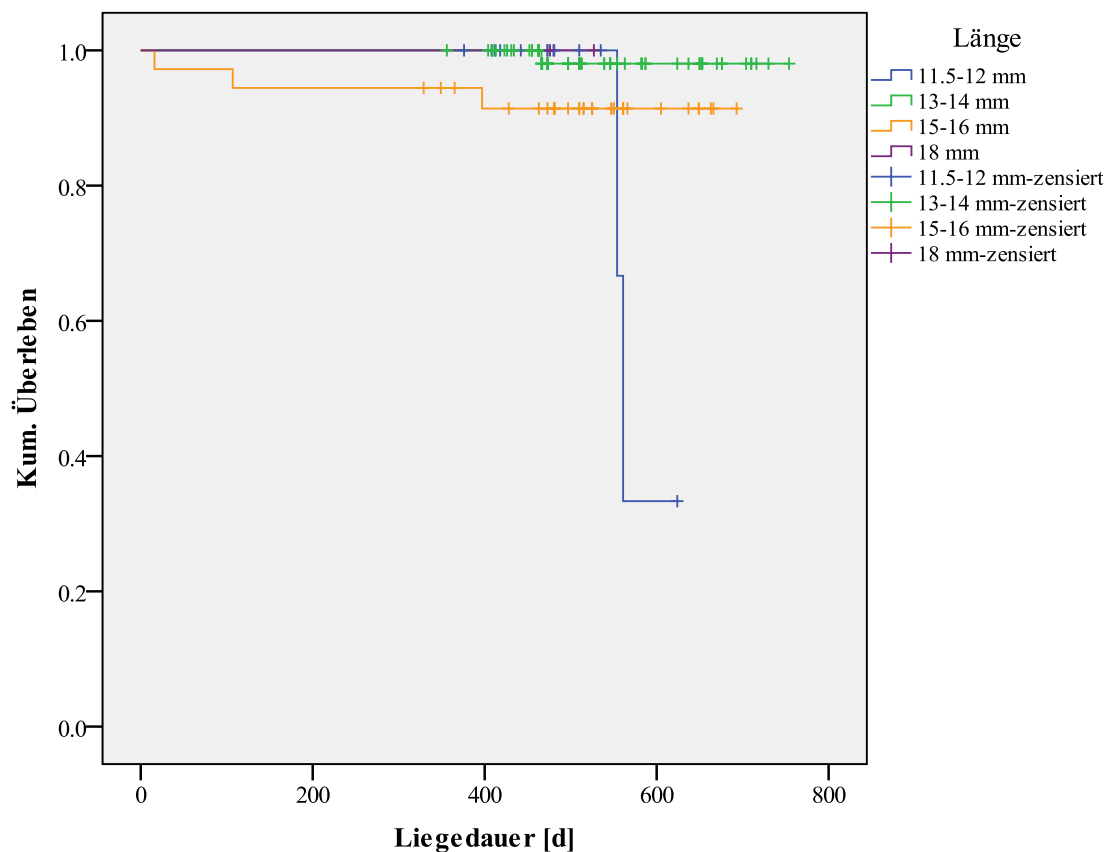


Abbildung 25: Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier in Bezug auf die Implantatlängen

### 5.7.11 Verweildauermanalyse der Implantate mit unterschiedlichen Durchmessern

Die Einteilung der untersuchten Implantate nach ihrem Durchmesser erfolgte in 3 Gruppen (Buser et al. 2004). Implantate mit einem Durchmesser bis 3,5mm zählten zu der Gruppe der Narrow Bodies (Überlebenswahrscheinlichkeit im untersuchten Zeitraum 100%). Implantate mit bis zu 4,1mm Durchmesser zählten zu der Gruppe Standard Body (Überlebenswahrscheinlichkeit 87,5%) und die Implantate mit einem Durchmesser über 4,1mm zu der Gruppe Wide Body (Überlebenswahrscheinlichkeit 93,3%). Der durchgeführte Log Rank Test wies mit  $p=0,222$  keinen signifikanten Unterschied zwischen den 3 Gruppen auf (Tabelle 21, Abbildung 26).

**Tabelle 21 Fallverarbeitung für die Implantatdurchmesser**

Implantat- durchmesser	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse
Narrow Body	12	0
Standard Body	62	5
Wide Body	50	1
Gesamt	124	6

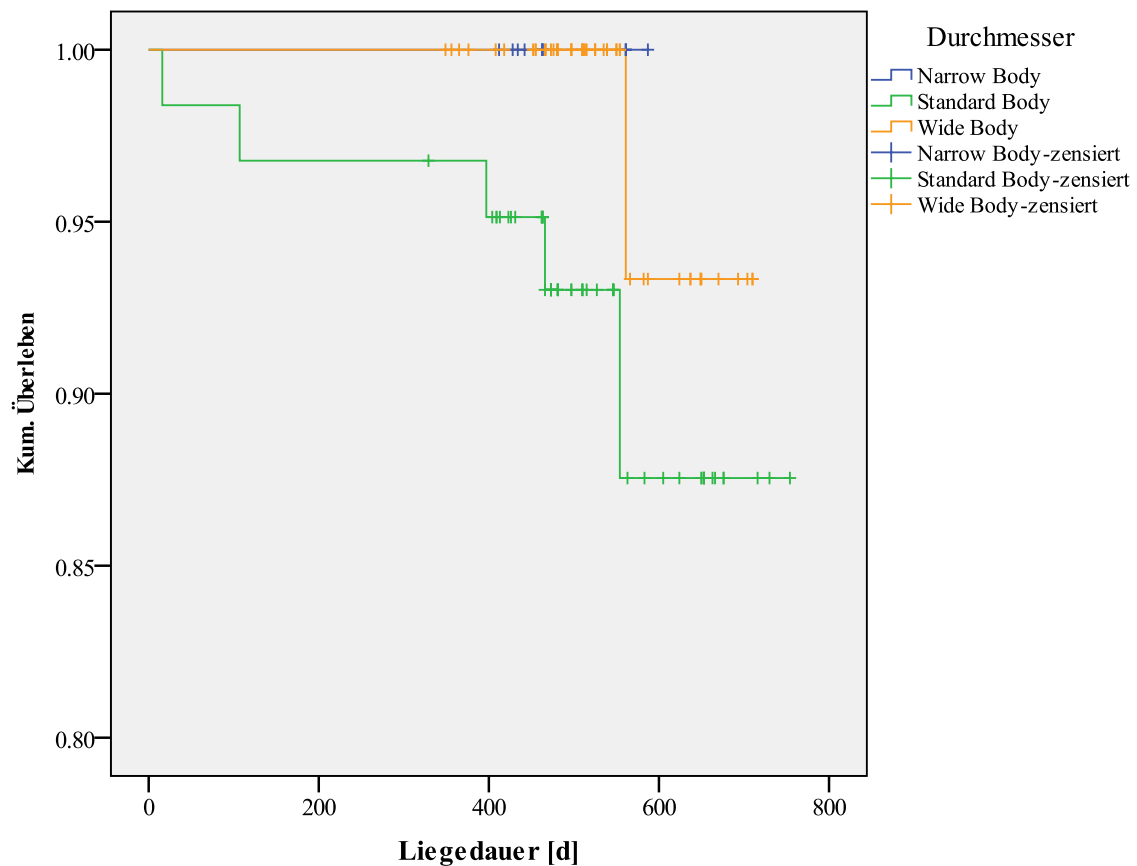


Abbildung 26: Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier in Bezug auf die Implantatdurchmesser

### 5.7.12 Gesamtauswertung der Erfolgskriterien

Bei einer mittleren Liegedauer von 514,5 Tagen vom Zeitpunkt der Implantatinserktion bis hin zum letzten Recalltermin sind 6 Implantate als Misserfolg zu werten. Das bedeutet, dass nach der Definition der Erfolgskriterien nach Buser die Implantate eine Verweildauerwahrscheinlichkeit von 91,2% besitzen (Abbildung 27), während die in situ Rate, oder auch Überlebensrate, bei 98,4% liegt.



Die Verweildaueranalyse nach Kaplan-Meier angewandt auf die Erfolgskriterien nach Naert ergibt eine Verweildauerwahrscheinlichkeit von 92,3% (Abbildung 28). Dabei weisen die Implantate eine mittlere Liegedauer von 340,0 Tagen auf. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass nach Naert die Implantate zum prothetischen Ersatz herangezogen sein müssen. Auf Grund dieser Tatsache entfallen die 2 Implantate, die vor diesen Zeitpunkt explantiert werden mussten.

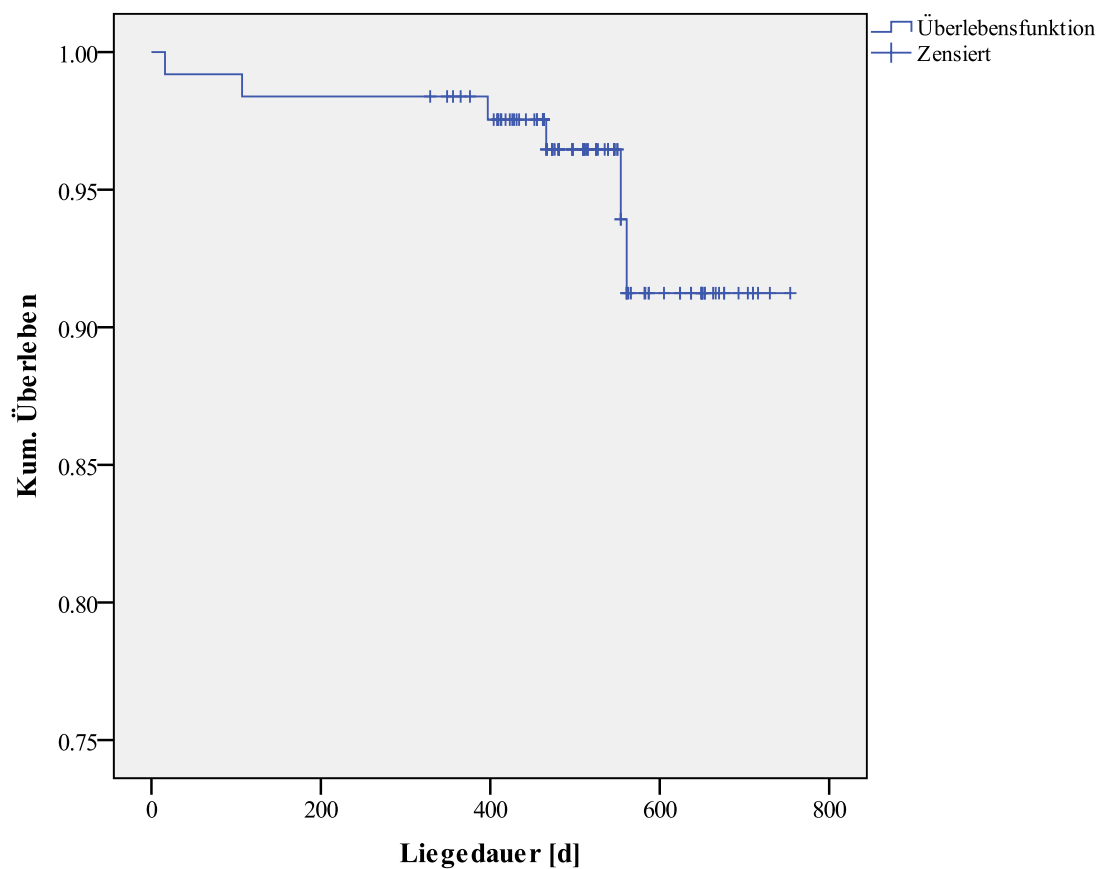


Abbildung 27: Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier gesamt, nach Buser

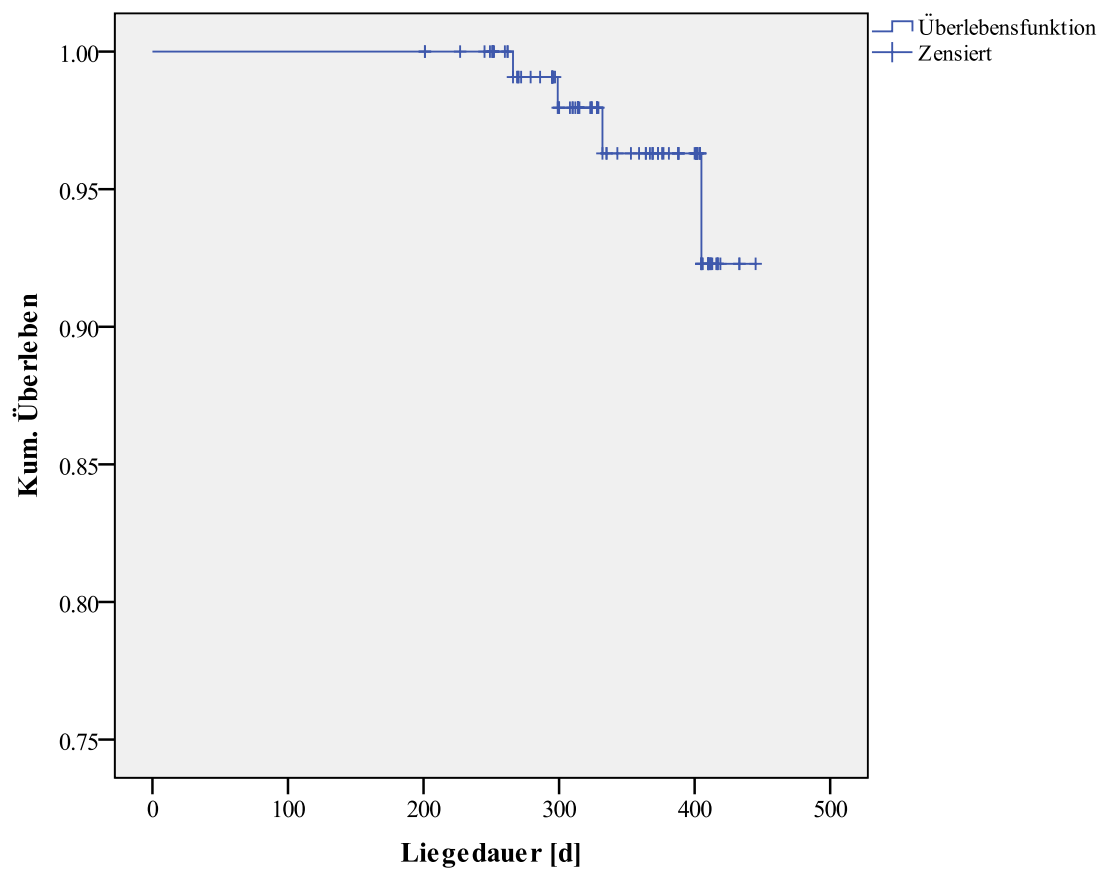


Abbildung 28: Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier gesamt, nach Naert

## 6 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden 124 Implantate bei 124 Patienten, deren Nachuntersuchung im Zeitraum von November 2008 bis November 2011 stattfand, auf ihren Erfolg bewertet. Es wurden nur diejenigen Implantate berücksichtigt, die sofort nach der Zahnextraktion in die frische Alveole eingebracht wurden.

Insgesamt konnten 61 weibliche Patienten (49,2%) und 63 männliche Patienten (50,8%) in die Untersuchung eingeschlossen werden. Das mittlere Implantationsalter lag bei 52,28 Jahren. Dieses durchschnittliche Alter deckt sich mit dem anderer Studien (Lops et al. 2008, Gökçen-Röhlig et al. 2010). In der vorliegenden Studie waren die Patienten im Alter zwischen 40 bis 59 Jahren mit einem Anteil von 71% am stärksten vertreten. Auch die steigende Lebenserwartung in der Bevölkerung spiegelt sich wider. So wurden in den Altersgruppen von 60 bis 79 Jahren 22 Implantate inseriert. Dies entspricht einem Anteil von 17,8%. Auch im höheren Lebensalter besteht häufig der Wunsch, mit einem festen Zahnersatz kauen zu können. Diesem Ziel scheint die Implantologie entsprechend nachzukommen.

Weder in der durchgeführten geschlechtsspezifischen ( $p=0,505$ ) noch in der altersspezifischen ( $p=0,198$ ) Verweildaueranalyse nach Kaplan-Meier konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Bei einer Fallzahl von 124 Patienten ist die eigene Studie, im Vergleich zu anderen mit einer ähnlichen Thematik und ähnlich langem Nachuntersuchungszeitraum von circa einem Jahr, deutlich im oberen Bereich einzuordnen. Die Patientenzahlen bei anderen Untersuchungen bewegen sich häufig zwischen 30 bis 70 Patienten (Kan et al. 2003, Lindeboom et al. 2006, De Rouck et al. 2008, Romeo et al. 2008, Fugazzotto 2012). In der Literaturrecherche konnte nur eine Studie gefunden werden, die die eigene Fallzahl überbot. In einer Veröffentlichung über Sofortimplantation von Fugazzotto (2008) wurden 320 Patienten untersucht.

Die häufigsten Ursachen für eine Zahnextraktion waren mit 71% tief kariöse Läsionen, gefolgt von Zahnverlust durch Parodontitis, nicht erfolgreiche endodontische Behandlungen und Traumata. Dies reflektiert das Patientengut aus einer privat geführten

Praxis. In Zusammenhang mit der Sofortimplantation werden parodontale Erkrankungen und Infektionen der Alveole als Einschränkung bezüglich der Verweildauer der Implantate angesehen. Neben chronischen parodontalen Erkrankungen können infektiöse Kontaminationen der Alveole auch durch marginale parodontale Erkrankungen, periapikale Entzündungen, Fehler bei einer endodontischen Behandlung und Wurzelfrakturen hervorgerufen werden. Die so vorliegende Infektion, die in einem Hartgewebsverlust in der Alveole resultieren könnte, hätte negative Auswirkungen im Erreichen der Primärstabilität (Schropp und Isidor 2008). Zudem wird vermutet, dass Patienten mit einer chronischen parodontalen Erkrankung eine schlechtere Knochenregeneration besitzen (Ahn und Shin 2008) und später anfälliger gegenüber Periimplantitis sind (Simons et al. 2010). Eine gewissenhafte Exkochleation ist daher essentiell, um die Implantatprognose nicht zu beeinträchtigen (Siegenthaler et al. 2007, Schliephake 2012). Außerdem gaben Siegenthaler et al. (2007) in ihrer Studie an, dass das Erreichen der Primärstabilität entscheidend ist für eine gute Osseointegration, unabhängig davon ob eine parodontale Vorerkrankung bestand oder nicht. Dabei bewiesen Botticelli et al. (2003) in einem experimentellen Tierversuch, dass kleine Lücken von 1 - 1,25 mm im marginalen Bereich mit einer Tiefe von bis zu 5 mm um das Implantat ein komplettes Heilungsvermögen besitzen, ohne die Notwendigkeit einer Augmentation. In einer darauf folgenden tierexperimentellen Studie von Botticelli et al. von 2004 konnte sogar bei marginalen Defektgrößen von bis zu 2,25 mm um das Implantat spontanes knöchernes Heilungsvermögen festgestellt werden. Hierbei wurde jedoch beobachtet, dass der Erhalt der Knochenlamellen, vor allem der bucalen, dafür notwendig sind.

Im Log Rank Test konnte mit  $p=0,000$  ein hoch signifikanter Unterschied in den Verweildauerraten der verschiedenen Gruppen für die Ursache des Zahnverlustes ermittelt werden. Es sei aber darauf zu achten, dass in der Traumagruppe mit nur zwei zu zählenden Implantaten, beide als Misserfolg zu werten waren. Dadurch könnte hier eine Signifikanz entstanden sein, die eigentlich keine ist. Für alle anderen Implantate, die auf Grund der Zahnextraktion durch Karies, Parodontitis oder missglückter endodontischer Behandlung inseriert wurden, liegt die Erfolgsquote nach circa einem Jahr bei über 90%. Daher können trotz parodontaler Vorschädigung oder Infektionen der Alveole bei gewissenhaften chirurgischen Prozedere gute bis sehr gute Ergebnisse bei sofort gesetzten Implantaten erzielt werden.

Eine ähnliche Problematik besteht für die Sofortimplantation im Molaren- und Prämolarenbereich. Auch hier findet man ein Missverhältnis zwischen der Alveolendimension und dem Implantatdurchmesser. Desweiteren gilt es vor allem in der Molarenregion auf anatomische Strukturen wie dem Sinus maxillaris im Oberkiefer oder dem Canalis mandibularis im Unterkiefer zu achten. Außerdem ist die Knochendichte im Oberkiefer im Vergleich zum Unterkiefer reduziert. In der Literatur existieren teils unterschiedliche Ergebnisse zum Thema Implantate im Molarenbereich. So gab Schwartz-Arad et al. (2000) in einer 5-Jahres Studie Unterschiede zwischen den kumulativen Überlebensraten des Oberkiefers (82%) gegenüber dem Unterkiefer (92%) an. In einer aktuellen Studie von Peñarrocha-Oltra et al. (2012) wurden sofort gesetzte Implantate im Bereich der Oberkiefermolaren mit Implantaten, die im vollständig geheilten Knochen inseriert wurden, auf ihren Knochenabbau und ihre Überlebensraten untersucht und verglichen. Es konnten keine Unterschiede zwischen den beiden Verfahren festgestellt werden und mit 94,3% für die Sofortimplantate und 93,2% für die spät inserierten Implantate lagen die Erfolgsquoten sehr hoch.

Ähnliches zeigte auch die eigene Studie. Von den 124 Implantaten wurden 77 im Oberkiefer (davon 36 Implantate in der Prämolaren- und Molarenregion) und 47 im Unterkiefer (davon 27 Implantate in der Prämolaren- und Molarenregion) gesetzt. Weder die Verweildaueranalyse der Implantate in Bezug auf den Kiefer ( $p=0,506$ ) noch die Verweildaueranalyse für die Front- und Seitenzahnregion ( $p=0,960$ ) konnten signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen aufzeigen. Bei einer gleichen Anzahl von drei auftretenden Ereignissen in allen Gruppen liegt die Erfolgsrate für den Oberkiefer bei 93,5%, für den Unterkiefer, da weniger Implantate, bei 87,8%, für den Frontzahnbereich bei 91,3% und für den Seitenzahnbereich bei 91,0%. Daraus ist zu schließen, dass Sofortimplantate, auch in kritischen Bereichen, gute Erfolgsquoten erzielen. Dennoch ist es ratsam auf das Knochenangebot, die Knochenqualität und benachbarte anatomische Strukturen zu achten und eine sorgsame und die Gewebe schonende Extraktion vorzunehmen. Bei wenig Knochenangebot und starken knöchernen Defekten der Alveolen ist eine Augmentation vorzuziehen und die Implantation auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben.

Um eine gute Osseointegration der Implantate zu erreichen, ist eine störungsfreie Wundheilung notwendig. Es ist aufgezeigt worden, dass das Rauchen einen negativen

Effekt auf die Wundheilung haben kann und somit zu einem frühen Implantatverlust beitragen könnte ( Jones und Triplett 1992, DeLuca et al. 2006 a). Auch in anderen Studien wurden bei Rauchern erhöhte Misserfolgsraten (Bain und Moy 1993, Moy et al. 2005), erhöhte Taschentiefen und eine stärkere Anfälligkeit gegenüber Periimplantitis (Haas et al. 1996), sowie einen erhöhten Knochenabbau (Nitzan et al. 2005, DeLuca und Zarb 2006 b) festgestellt. Im Gegensatz dazu gibt es auch Untersuchungen, die keinen Unterschied zwischen den Überlebensraten der Implantate bei Rauchern und Nichtrauchern aufwiesen (Lemons et al. 1997, Kumar et al. 2002).

Trotz, dass es in der vorliegenden Untersuchung circa dreimal so viele Nichtraucher wie Raucher gibt, traten in der Gruppe der Raucher die doppelte Anzahl von nichterfolgreich zu wertenden Sofortimplantaten auf. Die Verweildauerwahrscheinlichkeit im untersuchten Zeitraum lag bei den Rauchern mit 81,3% signifikant ( $p=0,028$ ) unter der der Nichtraucher mit 95,1%. Bei zwei Patienten dieser Gruppe erfolgte die Sofortimplantation auf Grund eines Zahntraumas im Oberkiefer-Frontzahnbereich. Keines der beiden Implantate musste explantiert werden, aber es zeichnete sich ein deutlich erhöhter Knochenabbau ab. Daher scheint durch das Trauma, welches eventuell eine infektiöse Kontamination der Alveole bedingte, durch die geringere Knochenqualität des Oberkiefers und durch das Rauchen potenzierende negative Grundvoraussetzungen entstanden zu sein. Der Autor sieht das Rauchen nicht als absolute Kontraindikation für eine Sofortimplantation an. Dennoch sollte jedem Patienten verständlich dargelegt werden, dass Rauchen das Überleben und den Erfolg einer Implantation herabsetzen kann.

Es ist bekannt, dass Implantate größere Sondierungstiefen als natürliche Zähne (Chang et al. 1999) aufweisen. Dabei gelten Sondierungstiefen bis zu 4,0 mm um die Implantate als klinisch gesund einzustufen (Schropp et al. 2005). Da von einigen Autoren der marginale Knochen als tiefster Punkt der Tasche betrachtet wird (Spiekermann et al. 1995), lässt sich schlussfolgern, dass mit zunehmenden periimplantären Entzündungsgrad und zunehmenden marginalen Knochenabbau, die Sondierungstiefen größer werden (Schou et al. 2002). Schropp et al. (2005) gibt desweiteren das Messen der Sondierungstiefen als eine gute Alternative zur röntgenologischen Bewertung an.

Im eigenen Untersuchungszeitraum waren alle ermittelten Werte der Sondierungstiefen kleiner gleich der Grenze von 4,0 mm. Es konnten keine Rückschlüsse auf periimplantäre entzündliche Prozesse geschlossen werden. Auch in den Fällen, bei denen ein verstärkter

Knochenabbau gemessen wurde, wurden keine erhöhten Sondierungstiefen registriert. Daher lässt sich am eigenen Patientengut die in der Literatur recherchierten Zusammenhänge nicht bestätigen. Trotz, dass durch das Sondieren die oralen und vestibulären periimplantären Gewebe untersucht werden können, scheint die Anfertigung von Röntgenbildern zur Beurteilung der Hartgewebsstrukturen unerlässlich. Außerdem ist die Reproduzierbarkeit der Werte nur unter standardisiert angewandtem manuellen Druck möglich und wird zusätzlich durch das Implantatdesign und die Abutmentlänge mitbestimmt (Esposito et al. 1998 a, Schropp et al. 2005). In der klinischen Untersuchung bedeute diese Umsetzung anfangs einiges an Übung. Daher ist laut Meinung des Autors die Vergleichbarkeit von Sondierungstiefen differenziert zu betrachten.

Als ein Vorteil der Sofortimplantation wurde häufig der Erhalt des Alveolarknochens angesehen. Denn es ist weitreichend bekannt, dass nach einer Zahnextraktion eine Reduktion des Alveolarknochens in horizontaler Richtung, vor allem durch Resorption der vestibulären Knochenlamelle durch Osteoklasten (Araújo und Lindhe 2005) und eine resultierende Weichgewebsschrumpfung stattfinden. Untersuchungen existieren, die belegen, dass dieser Vorgang durch das Setzen von Sofortimplantaten aufgehalten werden kann (Wheeler et al. 2000, Block et al. 2009).

In einer tierexperimentellen Studie machte Araújo et al. (2005) jedoch den Resorptionsvorgang nach Zahnextraktion durch Resorption des sogenannten Bundle Bones verantwortlich. "Dieser Bundle Bone bildet mit dem Desmodont und der oberflächlichen Zementschicht eine embryologische und funktionelle Einheit und kleidet die Alveole aus." (Schliephake 2012) Vermutlich hat diese Einheit das Vermögen, Knochen neu zu bilden. Durch eine Zahnextraktion würde diese Einheit zerstört werden. Es resultiert ein Knochenabbau, der auch durch eine Sofortimplantation nicht unterbunden werden könnte (Schliephake 2012).

In der eigenen Studie wurde zum Zeitpunkt der Eingliederung der prothetischen Arbeit ein mittlerer Knochenabbau von 0,35 mm ( $\pm 0,64$  SD) und circa ein Jahr danach von 0,34 mm ( $\pm 0,68$  SD) gemessen. So konnte sowohl der Knochenabbau vom Zeitpunkt der Implantatinsertion bis zum Erhalt der definitiven prothetischen Versorgung, als auch die Veränderungen im Knochenniveau um das Implantat unter einjähriger Funktion, erfasst werden. Insgesamt ist das Knochenniveau ab Funktionsübernahme in mehr als der Hälfte der Fälle gleich geblieben oder hat sich verbessern können. Bei 38 Patienten (31,1%)

konnte ein mittlerer Knochenzuwachs von 0,43 mm verzeichnet werden. Eine Verbesserung des Knochenniveaus um Sofortimplantate beobachtete auch Botticelli et al. (2008) in einer prospektiven Studie. Hierbei wurde beobachtet, dass der Knochenverlust um Sofortimplantate geringer ausfällt, wenn um das Implantat benachbarte Zähne existieren, als in unbezahnten Regionen. Eine gute Mundhygiene wird als wichtiger Faktor angegeben, um den Knochenverlust bestmöglich gering zu halten und gute Langzeiterfolge zu erzielen. Auch in einer Studie von Wennström et al. (2005) konnte nach 5 Jahren eine Verbesserung der Knochenhöhe um Implantate in 28% der Fälle verzeichnet werden und bei 50% der Implantate blieb das Knochenniveau stabil.

Trotz , dass sich in der Vielzahl der Fälle ein moderater Knochenabbau um die Sofortimplantate abzeichnete, mussten letztendlich 4 von 6 Implantate auf Grund eines zu hohen Knochenabbaus als Misserfolg gewertet werden. Als Grenze für einen akzeptablen Knochenabbau galt dabei, dass der Knochenabbau um das Implantat im ersten Jahr in Funktion nicht mehr als 1,5 mm und in den darauffolgenden Jahren nicht mehr als 0,2mm pro Jahr betragen darf (Albrektsson et al. 1986). Dies führte dazu, dass auch Implantate, bei denen im ersten Jahr ein Knochenabbau von 2 mm nachgewiesen wurde, anhand der festgelegten Kriterien als nicht erfolgreiche Implantate in die Kaplan-Meier-Analysen eingingen. So bekamen diese Fälle die gleiche Gewichtung, wie die Fälle, in denen eine Explantation nötig war oder in denen ein marginaler Knochenabbau von 4-5 mm im ersten Jahr nachweisbar war. Es resultierte dadurch ein negativer Einfluss auf die kumulative Überlebensrate. In der Literatur wird die universelle Übertragbarkeit der Richtlinien von Albrektsson et al. (1986), die bei Brånemark Implantaten einst bestimmt wurden, auf andere Implantatsysteme als kritisch betrachtet (Esposito et al. 1998 a).

Die Bestimmung des Knochenabbaus ist ein wichtiges Kriterium, welches den Erfolg / Nichterfolg eines Implantats maßgeblich mitbestimmt. Von den 122 Implantaten, die sich bei Untersuchungsabschluss in situ befanden, wiesen 96,72% einen moderaten Knochenabbau auf, während bei 3,28% ein übersteigter Knochenabbau oberhalb der 1,5mm festgelegten Grenze vorzufinden war. Für eine bessere Veranschaulichung der Ergebnisse sollte man den Erfolg von Implantaten nicht nur in 2 Gruppen ("erfolgreich", "nicht erfolgreich") einstufen. Eine Zwischengruppe mit der Bezeichnung "eingeschränkt erfolgreich" könnte dieser Forderung nachkommen. Der Vorschlag für die Bedingungen in dieser Gruppe würde lauten (in Anlehnung an Misch et al. 2008):



- Das Implantat ist in situ.
- Keine Mobilität des Implantates.
- Keine periimplantäre Radiotransluzenz.
- Kein Vorhandensein von implantatinduzierten Schmerzen, Infektionen oder Parästhesien.
- Es liegt keine Implantatfraktur vor.
- Das Implantat muss zum prothetischen Ersatz herangezogen worden sein.
- Der Knochenabbau ist  $> 1,5\text{mm}$  und  $\leq \frac{1}{2}$  der Länge des Implantats.

Außerdem sind Langzeituntersuchungen nötig, die aufzeigen, ob sich das Knochenniveau um die Implantate über die Jahre stabilisieren oder weiter reduzieren würde.

Wie eingangs beschrieben, erfolgte in der klinischen Nachuntersuchung auch eine manuelle Prüfung der Implantate auf das Vorhandensein von Mobilität. Mit dieser Untersuchung sollte erfasst werden, ob die Implantate eine regelrechte, also ankylotische Heilung aufweisen und eine Osseointegration demzufolge stattfand. Bei allen 122 Implantaten konnte in der Nachuntersuchung keine Lockerung festgestellt werden.

Auf einer Konsensus Konferenz zum Thema Implantaterfolg und -versagen 2008 (Misch et al. 2008). wurde herausgearbeitet, dass auch, wenn klinisch keine Mobilität nachweisbar ist, Bewegungen am Implantat bis zu  $75\text{ }\mu\text{m}$  möglich sind. Daher ist dieses Prüfungsverfahren nicht optimal, um eine Osseointegration nachzuweisen. Es kann lediglich aufgezeigt werden, dass ein Teil des Implantats mit dem Knochen in Kontakt steht (Misch et al. 2008).

Die sofort gesetzten Implantate wurden mit 95,2% (n=118) mit einem zementierten festsitzenden definitiven Zahnersatz versorgt. Dabei erfolgte bei 53,2% die prothetische Versorgung mittels Einzelkronen, gefolgt von Brückenkonstruktionen und verblockten Implantatkronen. Lediglich 3,2% (n=4) der Implantate dienten als Verankerung für einen herausnehmbaren Zahnersatz. Keine der Versorgungsarten hatte einen Einfluss auf die Verweildauerrate (p=0,413).

Watzek et al. (1995) konnte aufzeigen, dass gleich gute Ergebnisse für herausnehmbare und festsitzende prothetische Versorgungen bei sofort, sofort verzögert und spät gesetzten

Implantaten bestehen. Es wurden Knochenresorptionen und Sondierungstiefen ausgewertet. In einem Review von Schropp und Isidor (2008) wird berichtet, dass sofort gesetzte Implantate als Verankerung für Einzelimplantatkronen, sowie für festsitzende und herausnehmbare Teil- und Komplettrekonstruktionen sehr gut geeignet sind. In der Literatur existiert jedoch noch keine Evidenz, ob die Art der Restauration auf Sofortimplantate einen Einfluss hat oder nicht, da es wenig vergleichbare Studien gibt.

Die Überlebenszeitanalyse der unterschiedlichen Belastungskonzepte ergab für die vorliegende Untersuchung mit  $p=0,001$  einen signifikanten Unterschied. So beträgt die kumulative Überlebensrate für sofort versorgte Implantate nur 62,5%. Ein Implantat in dieser Gruppe musste frühzeitig explantiert werden und eines wies einen zu hohen Knochenabbau im Untersuchungszeitraum auf. Dennoch lässt sich aus diesem Ergebnis keine allgemein gültige Schlussfolgerung ziehen, denn nur 6 Implantate wurden sofort versorgt. Dagegen wurden 10 Implantate frühzeitig und 108 wurden nach einer konventionellen Einheilzeit von 3 bis 6 Monaten belastet. Daher ist es schwer aus den vorliegenden Fallzahlen eine direkte Vergleichbarkeit zu ziehen.

Auf Grund der eigenen Ergebnisse, sollten Patienten darüber aufgeklärt werden, dass Sofortimplantate, die sofort belastet werden unter einem eventuell hohen Risiko stehen und der Erfolg herabgesetzt werden könnte. Quirynen et al. (2007) berichtet in einem Review über die unterschiedlichen Implantatprotokolle, von Sofortimplantation bis zur konventionellen Implantation, dass eine Sofortbelastung zu höheren Verlustraten bei Sofortimplantaten führen kann.

In der Literatur zeigen jedoch auch viele Studien eine hohe Erfolgsquote von sofort versorgten Implantaten auf (Hui et al. 2001, Aires und Berger 2002, Attard und Zarb 2005, Balshi et al. 2005). Gemeinsam haben all diese Studien, dass bei Zähnen, die durch parodontale Schädigung extrahiert werden mussten, von der Sofortversorgung der die Zähne ersetzenden Implantate abgeraten wird. Desweiteren wird darauf hingewiesen, dass nur bei Erreichen einer guten Primärstabilität ein solches Belastungskonzept realisierbar ist.

Die verwendeten Implantatsysteme der Firmen Bego Semados® und bredent medical kamen in der eignen Studie auf gute Erfolgsergebnisse. Dennoch existieren in der Literatur wenige bis keine Angaben über diese Systeme. Lediglich über die Bego Semados

Implantate konnten einige vergleichbare Nachweise gefunden werden (Fenske et al. 2004, Ries et al. 2005, Fenske und Sadat-Khonsari 2007). In diesen Arbeiten konnten hohe Erfolgsquoten von 97,5% bis 95,5% für Semados Implantate in Untersuchungsspannen von einem bis fünf Jahren ermittelt werden.

Die in der eigenen Studie verwendeten unterschiedlichen Implantatlängen und -durchmesser zeigten keinen Einfluss auf Verweilwahrscheinlichkeit der Sofortimplantate.

Für eine bessere Beurteilung der Qualität dieser Systeme sind aber mehr Untersuchungen notwendig.

Von den 124 untersuchten Sofortimplantaten mussten 6 Implantate (4,8%) als Versagensfälle gewertet werden. Darunter war bei 2 Implantaten eine frühzeitige Explantation, noch vor Erhalt der definitiven Prothetik, nötig. Die zwei betroffenen Patienten kamen 16 und 107 Tage nach Implantatinserterion mit Schmerzen in die Praxis. Die Implantate waren gelockert und mussten explantiert werden. Diese beiden Implantate führen somit zu einer 1,6% Frühverlustrate in dieser Studie. Gründe hierfür können in einer fehlerhaften chirurgischen Technik, wie der Überhitzung des Implantatbetts, dem Nichterreichen der Primärstabilität, der Kontamination mit Bakterien, einer fehlerhaften okklusalen Belastung des Implantats während der Einheilphase oder einer vorhandenen geringen Knochenqualität liegen (Buser et al. 1990, Esposito et al. 1998 a, Esposito et al. 1998 b). Es resultierte eine nicht erfolgreiche Osseointegration.

Die 4 Implantate, die durch einen erhöhten Knochenabbau als Misserfolg gelten, gehen mit 3,2% als sogenannte späte Fehler in die Gesamt-Versagensrate ein. In diesen Situationen erfolgte immer eine Funktionsaufnahme der Implantate. Nach Esposito et al. (1998 a) kommt es zu einem Großteil der späten Fehler bei Implantaten binnen des ersten Jahres in Funktion. Hierbei wird als Ursache eine Überbelastung in Kombination mit geringer Knochenqualität und geringem Knochenvolumen angegeben. Durch die durchgeführten Überlebenszeitanalysen nach Kaplan-Meier in der vorliegenden Studie, könnten zusätzlich noch der traumatische Zahnverlust, das Rauchen und die Sofortbelastung, sowie das chirurgische Konzept der Sofortimplantation selbst als Einflussfaktoren für diese späte Fehlerquote in Frage kommen. Eine direkte Ursache für die Versagensfälle herauszufiltern und zu benennen, bleibt jedoch schwierig.

Durch die zwei notwendigen Explantationen resultiert eine Überlebensrate der Implantate mit einer durchschnittlichen Liegedauer von 514,5 Tagen von 98,4%. Dieses Ergebnis bestätigt damit die Angaben in der Literatur. In einem Review über Überlebens- und Erfolgsraten von Sofortimplantaten untersuchten Lang et al. (2011) 46 prospektive Studien und ermittelten dabei eine insgesamte 2-Jahres-Überlebensrate von 98,4%.

Vergleicht man die Überlebenswahrscheinlichkeit unter Berücksichtigung der festgelegten Erfolgskriterien nach Buser et al. (1990) und Naert et al. (1992) mit den röntgenologisch erfassten Veränderungen im Knochenniveau, konnten mit einer 1½-Jahres-Verweildauerrate von 91,2% (Buser) und mit einer 1-Jahres-Verweildauerrate von 92,3% (Naert) gute Ergebnisse erzielt werden. Im Vergleich mit den wenig vorhandenen anderen Studien mit ähnlichem Thema liegen diese ermittelten Erfolgsquoten auf einem vergleichbaren Niveau. Riberio et al. (2008) verzeichneten für die sofort gesetzten Implantate in einem Untersuchungszeitraum von 18,0 bis 39,7 Monaten eine Erfolgsrate von 93,5%, Perry und Lenchewski (2004) erreichten eine 5-Jahres-Erfolgsrate von 90,03% und Peñarrocha-Oltra et al. (2012) kamen auf eine 1-Jahres-Erfolgsrate von 94,3%. Um diese objektiv ermittelten Angaben zum Erfolg einer Therapie besser zu stützen, fordern Schropp et al. (2004) zusätzlich subjektive Bewertungen zum Thema Zufriedenheit mit der Therapie und den Ergebnissen, sowohl aus funktioneller wie auch ästhetischer Sicht. Denn diese Parameter sind auch mitentscheidend für den Erfolg einer Therapie. Subjektive Patientenbewertungen flossen nicht mit in die vorliegende Arbeit ein, sollten jedoch aus Sicht des Autors für zukünftige Erfolgsbeurteilungen mehr Berücksichtigung finden.

Zur Bestimmung der Erfolgsrate wurde das häufig verwendete statistische Standardverfahren der Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier (1958) angewandt. Dabei wird die Verweilwahrscheinlichkeit eines Implantats anhand der Verlustrate über die Zeit berechnet. Allerdings wird lediglich die Tatsache berücksichtigt, ob sich ein Implantat nach einer gewissen Zeit noch in situ befindet oder nicht (Buch et al. 2003). Da dies jedoch nicht ausreichend ist für eine Beurteilung über den Langzeiterfolg eines Therapieverfahrens, sind internationale Erfolgskriterien erarbeitet wurden, die sowohl röntgenologische wie klinische Werte mit berücksichtigen.

Die in der vorliegenden Arbeit angewandten Erfolgskriterien nach Buser et al. (1990), Naert et al. (1992) mit den Richtwerten für den Knochenabbau von Albrektsson et al. (1986) und der klinischen Untersuchungen sollten angewandt auf die Kaplan-Meier Methode kritischere Aussagen zum Thema Erfolg der Sofortimplantologie bringen. Vor allem die Bestimmung der Knochenveränderungen bewirkte eine Verschlechterung der Erfolgsrate im Vergleich zur Erfassung der Erfolgsrate anhand der explantierten Implantate.

Die Vergleichbarkeit der ermittelten Erfolgsraten mit anderen Studien bleibt jedoch schwierig. Verschiedene Erfolgskriterien finden Anwendung in der Literatur. Desweiteren herrschen unterschiedliche Grundvoraussetzungen, wie die Anzahl der Patienten, die Anzahl der Implantate, die pro Patient berücksichtigt werden oder unterschiedlich lange Untersuchungsintervalle. Schon 1989 wurde in einer Konsensus Konferenz der DGZMK , Arbeitskreis Implantologie, (Tetsch et al. 1990) einheitliche Erfolgskriterien für die realistische Einschätzung des Langzeiterfolgs von Implantaten mittels Kaplan-Meier Verfahrens gefordert. Bis heute konnte keine Einigkeit erzielt werden. Standardisierte Erfolgsbeurteilungen sollten in einem etablierten Verfahren, wie der Implantologie, Einzug halten, um in einem solchen Verfahren eine bessere Qualitätssicherung zu gewährleisten.

## 7 Schlussfolgerungen

Die in der vorliegenden Studie untersuchten Sofortimplantate erreichten hohe Erfolgsquoten. Weder die Positionierung der Implantate im Front- oder Seitenzahnbereich, Ober- oder Unterkiefer, die Art der prothetischen Versorgung, noch das Alter und Geschlecht oder die unterschiedlichen Implantatdurchmesser und Implantatlängen zeigten signifikanten Einfluss auf die Erfolgsrate. Auch die häufig in der Literatur herrschende Meinung, dass Sofortimplantate im Zusammenhang mit parodontaler Vorerkrankung oder Infektionen schlechtere Erfolgsraten aufweisen, konnte nicht bestätigt werden.

Raucher, Patienten, deren Implantate sofort belastet wurden und Patienten, die ihre Sofortimplantate nach vorausgegangenem Zahntrauma erhielten, wiesen signifikant schlechtere Verweildauerraten auf. Dennoch sind diese Faktoren nicht als absolute Kontraindikationen zu betrachten.

Eine gewissenhafte Aufklärung über die hier eruierten Risikofaktoren scheint unabdingbar.

Die klinischen Untersuchungsmaßnahmen (Messen der Sondierungstiefen und Prüfung auf Mobilität) stellten sich als nicht absolut geeignet heraus, um die Ergebnisse, die durch die Erfolgskriterien ermittelt wurden, klinisch besser zu stützen.

Die röntgenologische Bestimmung der Veränderungen im Knochenniveau hatten maßgeblichen Einfluss auf die Erfolgsraten. Durch einen übersteigerten Knochenabbau resultierten erhöhte Misserfolgsraten.

Die Festlegung neuer Grenzen für den Knochenabbau und allgemein gültige Erfolgskriterien würden differenziertere und besser reproduzierbare Ergebnisse eventuell in Zukunft erlauben.

## Quellenverzeichnis

- Ahn JJ, Shin HI. 2008. Bone tissue formation in extractions sockets from sites with advanced periodontal disease: a histomorphometric study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 23: 1133-1138.
- Aires I und Berger J. 2002. Immediate placement in extraction sites followed by immediate loading: a pilot study and case presentation. *Implant Dent*; 11: 87-94.
- Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindstrom J. 1981. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthopaedica Scandinavica*; 52: 155-170.
- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. 1986. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 1(1): 11-25.
- Albrektsson T und Wennerberg A. 2005. The impact of oral implants- past and future, 1966-2042. *J Can Dent Assoc*; 71(5): 327.
- Altman DG und Bland JM. 1997. Statistics notes. Units of analysis. *Br Med J*; 314: 1874.
- Aparicio C, Rangert B, Eng M, Sennerby L. 2003. Immediate / early loading of dental implants: a report from the Sociedad Espanola de Implantates World Congress Consensus Meeting in Barcelona, Spain, 2002. *Clin Implant Dent Relat Res*; 5(1): 57-60.
- Araújo MG, Lindhe J. 2005. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*; 32(2): 212-218.

- Araújo MG, Sukekava F, Wennström JL, Lindhe J. 2005. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*; 32(6): 645-652.
- Attard NJ und Zarb GA. 2005. Immediate and early implant loading protocols: a literature review of clinical studies. *J Prosthet Dent.*; 94(3): 242-258.
- Bain CA und Moy PK. 1993. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 8(6): 609-615
- Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. 2005. A prospective study of immediate functional loading, following the Teeth in a Day™ protocol: A case series of 55 consecutive edentulous maxillas. *Clin Implant Dent Relat Res*; 7(1): 24-31.
- Becker BE, Becker W, Ricci A, Geurs N. 1998. A prospective clinical trial of endosseous screw-shaped implants placed at the time of tooth extraxtion without augmentation. *J Periodontol*; 69(8): 920-926.
- Behneke A und Behneke N. 2004. Recall und Nachsorge. In: Koeck B, Wagner W, Hrsg. *Praxis der Zahnheilkunde, Implantologie Bd.13*. Urban und Fischer, München-Jena
- Block MS, Mercante DE, Lirette D, Mohamed W, Ryser M, Castellon P. 2009. Prospective evaluation of immediate and delayed provisional single tooth restorations. *J Oral Maxillofac Surg*; 67(11 Suppl): 89-107.
- Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. 2003. The jumping distance revisited: An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res*; 14(1): 35-42
- Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. 2004. Resolution of bone defects of varying dimension and configuration in the marginal portion of the peri-implant bone. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*; 31(4): 309-317.



- Botticelli D, Renzi A, Lindhe J, Berglundh T. 2008. Implants in fresh extraction sockets: a prospective 5-year follow-up clinical study Clin Oral Implants Res;19:1226-1232.
- Brånemark PI. 1983. Osseointegration and its experimental background. J Prost Dent; 50: 399-410.
- Brånemark PI, Engstrand P, Öhrnell LO, Gröndhal K, Nilsson P, Hagberg K, Darle C, Lekholm U . 1999. Brånemark Novum<sup>®</sup>: A new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible preliminary results from a prospective clinical follow-up study. Clin Implant Dent Relat Res; 1: 2-16.
- Buch RSR, Weibrich G, Wagner W. 2003. Erfolgskriterien in der Implantologie. Mund Kiefer GesichtsChir; 7: 42-46.
- Buser D, Weber HP, Lang NP. 1990. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. Clin Oral Implants Res; 1: 33–40.
- Buser D, Sulzer TH, Bornstein MM. 2004. Aktuelles Indikationsspektrum in der oralen Implantologie an einer Überweisungsklinik - Eine retrospektive 3-Jahres-Analyse bei 737 Patienten mit 1176 Implantaten. Schweiz Monatsschr Zahnmed; 114: 444-450.
- Chang M, Wennström JL, Odman P, AnderssonB. 1999. Implant supported single-tooth replacements compared to contralateral natural teeth. Crown and soft tissue dimensions. Clin Oral Implants Res; 10(3): 185-194.
- Chen ST, Darby IB, Adams GG, Reynolds EC. 2005. A prospective clinical study of bone augmentation techniques at immediate implants. Clin Oral Implants Res; 16: 176-184.

- Cochran DL, Morton D, Weber HP. 2004. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 19 (supplement): 109-113.
- DeLuca S, Habsha E, Zarb GA. 2006 a. The effect of smoking on osseointegrated dental implants. Part I: Implant Survival. *Int J Prosthodont*; 19(5): 491-498
- DeLuca S und Zarb GA. 2006 b. The effect of smoking on osseointegrated dental implants. Part II: Peri-implant bone loss. *Int J Prosthodont*; 19(6): 560-566.
- De Rouck T, Collys K, Cosyn J. 2008. Immediate single-tooth implants in the anterior maxilla: a 1-year case cohort study on hard and soft tissue response. *J Clin Periodontol*; 35:649-657.
- Eickholz, P. 2007. Glossar der Grundbegriffe für die Praxis: Parodontologische Diagnostik Teil 2: Zahnbeweglichkeit. *Parodontologie*; 18(4): 413-416.
- Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. 1998 a. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci*; 106: 527-551.
- Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. 1998 b. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci*; 106: 721-764.
- Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Worthington HV. 2006. The efficacy of various bone augmentation procedures for dental implants: a Cochrane systemic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 21(5): 696-710.

- Esposito M, Grusovin MG, Willings M, Coulthard P, Worthington HV. 2007. The effectiveness of immediate, early, and conventional loading of dental implants: a cochrane systemic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 22: 893-904.
- Fenske C, Sadat-Khonsari MR, Seedorf H, Bauss O, Jüde HD. 2004. Zur Erfolgswahrscheinlichkeit von 289 Semados-Implantaten. *Implantologie*; 12(2):165-174.
- Fenske C und Sadat-Khonsari MR. 2007. Zur Erfolgswahrscheinlichkeit von 601 Semados-Implantaten. *Implantologie*; 15(1): 47-52.
- Fugazzotto PA. 2008. Implant placement at the time of mandibular molar extraction: description of the technique and preliminary results of 341 cases. *J Periodontol*; 79(4):737-747.
- Fugazzotto PA. 2012. A Retrospective analysis of implants immediately placed in sites with and without periapical pathology in sixty-four patients. *J Periodontol*; 83(2):182-186.
- Gökçen-Röhlrig B, Meriç U, Keskin H. 2010. Clinical and radiographic outcomes of implants immediately placed in fresh extraction sockets. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 109(4):e1-7.
- Goldstein M, Boyan BD, Schwartz Z. 2002. The palatal advanced flap: a pedicle flap for primary coverage of immediately placed implants. *Clin Oral Implants Res*; 13(6): 644-650.
- Haas R, Haimböck W, Mailath G, Watzek G. 1996. The relationship of smoking on peri-implant tissue: A retrospective study. *J Prosthet Dent*; 76: 592-596.

- Hämmerle CH, Chen ST, Wilson TG Jr. 2004. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 19 (suppl): 26-28.
- Heckmann S und Nitschmann K. 1997. Periimplantäre Befunde am Einzelzahnimplantat bei Patienten im Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. *Z Zahnärztl Impl*; 13(1): 47-51.
- Hui E, Chow J, Li D, Liu J, Wat P, Law H. 2001. Immediate provisional for single-tooth implant replacement with Brånemark System: preliminary Report. *Clin Implant Dent Relat Res*; 3(2): 79-86.
- Jones JK und Triplett RG. 1992. The relationship of cigarette smoking to impaired intraoral wound healing: a review of evidence and implications for patient care. *J Oral Maxillofac Surg*; 50(3): 237-239.
- Kan JYK, Rungcharassaeng K, Lozada J. 2003. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 18: 31-39.
- Kaplan EL, Meier P. 1958. Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Statist Assoc*; 53: 457.
- Küker NJ. 2010. Metrischer Vergleich von CT, DVT und konventionellen Röntgentechniken in der MKG-Chirurgie [Dissertation]. Hamburg: Universität Hamburg.
- Kumar A, Jaffin RA, Berman C. 2002. The effect of smoking on achieving osseointegration of surface modified implants: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 17(6): 816-819.
- Lang NP, Wetzel AC, Stich H, Caffesse RG. 1994. Histologic probe penetration in healthy and inflamed peri-implant tissues. *Clin Oral Implants Res*; 5(4): 191-201.

- Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MCM. 2011. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Impl Res*; 23 (Suppl. 5): 39-66.
- Lemons JE, Laskin DM, Roberts WE, Tarnow DP, Shipman C Jr, Paczkowski C, Lorey RE, English C. 1997. Changes in patient screening for a clinical study of dental implants after increased awareness of tobacco use as a risk factor. *J Oral Maxillofac Surg*; 55 (12 Suppl 5): 72-75.
- Lindeboom JAH, Tjiook Y, Kroon FHM. 2006. Immediate placement of implants in periapical infected sites: A prospective randomized study in 50 patients. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*; 101, 705-710.
- Lops D, Chiapasco M, Rossi A, Bressan E, Romeo E. 2008. Incidence of inter-proximal papilla between a tooth and an adjacent immediate implant placed into a fresh extraction socket: 1-year prospective study. *Clin Oral Implants Res*; 19(11):1135-40.
- Mayfield LJA. 1999. Immediate, delayed and late submerged and transmucosal implants. In: *Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology*, Ittingen, Switzerland. Berlin: Quintessence: 520-534.
- Misch CE, Morton LP, Wang HL, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, Steigmann M, Rebaudi A et al. 2008. Implant success, survival, and failure: The International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dentistry*; 17(1): 5-9.
- Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL. 2005. Dental implant failure rates and associated risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 20(4): 569-577.

- Naert I, Quirynen M, Steenberghe D van, Darius P. 1992. A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent*; 67: 236–245.
- Nitzan D, Mamlider A, Levin L, Schwartz-Arad D. 2005. Impact of smoking on marginal bone loss. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 20(4): 605-609.
- Ortega-Martínez J, Pérez-Pascual T, Marque-Bueno S, Hernández-Alfaro F, Ferrés-Padró E. 2012. Immediate implants following tooth extraction. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*; 17(2): e251-261.
- Paolantoni G, Marenzi G, Fusco A, Sammartino G. 2007. Implant rehabilitation of central incisor: A staged approach. *Impl Dent*; 16: 349-355.
- Peñarrocha-Oltra D, Demarchi CL, Maestre-Ferrín L, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. 2012. Comparison of immediate and delayed implants in the maxillary molar region: A retrospective study of 123 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 27: 604-610.
- Perry J und Lenchewski E. 2004. Clinical performance and 5-year retrospective evaluation of Frialit-2 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 19: 887-891.
- Pjeturrson BE, Tan K, Lang NP, Brägger U, Egger M, Zwahlen M. 2004. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res*; 15(6): 625-642.
- Polizzi G, Grunder U, Goené R, Hatano N, Henry P, Jackson WJ, Kawamura K, Renouard F, Rosenberg R, Triplett G, Werbitt M, Lithner B. 2000. Immediate and delayed implant placement into extraction sockets: a 5-year report. *Clin Implant Dent Relat Res*; 2(2): 93-99.

- Quirynen M, Van Assche N, Botticelli D, Berglundh T. 2007. How does the timing of implant placement to extraction affect outcome? *Int J Oral Maxillofac Implants*; 22(Suppl.): 203–223.
- Ribeiro FS, Pontes AEF, Marcantonio E, Piattelli A, Boeck Neto RJ, Marcantonio, Jr. E. 2008. Success rate of immediate nonfunctional loaded single-tooth implants: immediate versus delayed implantation. *Implant Dentistry*; 17(1): 109-117.
- Ries S, Wolz J, Leising D, Richter EJ. 2005. BEGO-Semados Einzelzahnimplantate: Eine prospektive, randomisierte Studie zur Untersuchung des Einflusses verschiedener Parameter auf das periimplantäre Knochenniveau. *Z Zahnärztl Impl*; 21(2):90-97.
- Romeo E, Lops D, Rossi A, Storelli S, Rozza R, Chiapasco M. 2008. Surgical and prosthetic management of interproximal region with single-implant restorations: 1-year prospective study. *J Periodontol*; 79: 1048-1055.
- Schliephake H. 2012. Sofortimplantation - Immer noch ein Therapiekonzept? *Der freie Zahnarzt*; 2012(3): 69-75.
- Schou S, Holmstrup P, Stoltze K, Hjørtting-Hansen E, Fiehn NE, Skovgaard LT. 2002. Probing around implants and teeth with healthy or inflamed peri-implant mucosa/gingiva. A histologic comparison in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Clin Oral Impl Res*; 13(2): 113-126.
- Schropp L, Isidor F, Kostopoulos L, Wenzel A. 2004. Patient experience of, and satisfaction with, delayed-immediate vs. delayed single-tooth implant placement. *Clin Oral Impl Res*; 15: 498-503.
- Schropp L, Lambros K, Wenzel A, Isidor F. 2005. Clinical and radiographic performance of delayed-immediate single-tooth implant placement associated with peri-implant bone defects. A 2-year prospective, controlled, randomized follow-up report. *J Clin Periodontol*; 32: 480-487

- Schropp L, Isidor F. 2008. Timing of implant placement relative to tooth extraction. *Journal of Oral Rehabilitation*; 35 (Suppl. 1): 33-43.
- Schulte W und Heimke G. 1976. The Tübingen immediate implant. *Die Quintessenz*; 27: 17-23.
- Schulte W, Kleineikenscheidt H, Lindner K, Schareyka R. 1978. The Tübingen immediate implant in clinical studies. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*; 33: 348-359.
- Schwartz-Arad D, Grossman Y, Chaushu G. 2000. The clinical effectiveness of implants placed immediately into fresh extraction sites of molar teeth. *J Periodontol*; 71(5): 839-844.
- Siegenthaler DW, Jung RE, Holderegger C, Roos M, Hämmerle CH. 2007. Replacement of teeth exhibiting periapical pathology by immediate implants: a prospective, controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res*; 18: 727-737.
- Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. 2010. Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res*; 21: 772-777.
- Smith D, Zarb G. 1989. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent*; 62: 567-72.
- Spiekermann H, Jansen VK, Richter EJ. 1995. A 10-year follow-up study of IMZ and TPS implants in the edentulous mandible using bar-retained overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 10(2): 231-243.
- Tetsch P, Ackermann KL, Behneke N, Galandi M, Geis-Gerstorfer J, Kerschbaum T, Krämer A, Krekeler G, Nentwig GH, Richter EJ, Schulte W, Spiekermann H, Strunz V, Wagner W, Watzek G, Weber H. 1990. Konsensus-Konferenz zur Implantologie, 18.10.1989 in Mainz. *Z Zahnärztl Implantol VI*: 5-14.



- Wagner W, Al Nawas B. 2004. Implantatmaterialien und Konstruktionsprinzipien der Implantate aus chirurgischer Sicht. In: Koeck B, Wagner W, Hrsg. Praxis der Zahnheilkunde, Implantologie Bd.13. Urban und Fischer, München-Jena.
- Watzek G, Haider R, Mensdorff-Pouilly N, Haas R. 1995. Immediate and delayed implantation for complete restoration of the jaw following extraction of all residual teeth: A retrospective study comparing different types of serial immediate implantation. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 10: 561-567.
- Wennström JL, Ekestubbe A, Gröndahl K, Karlsson S, Lindhe J. 2005. Implant-supported single-tooth restorations: a 5-year prospective study. *J Clin Periodontol*; 32(6): 567-574.
- Wheeler SL, Vogel RE, Casellini R. 2000. Tissue preservation and maintenance of optimum esthetics: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 15(2): 265-271.
- Wilson TG und Weber HP. 1993. Classification of deficient bony housing prior to dental implant placement. *Int J Periodontics Restorative Dent*; 13: 451-459.
- Yalcin S, Aktas I, Emes Y, Kaya G, Aybar B, Atalay B. 2009. A technique for atraumatic extraction of teeth before immediate implant placement using implant drills. *Impl Dent*; 18(6): 464-468

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name	Shirin Tizieni
Geburtsdatum	01.10.1986
Geburtsort	Schlema
Familienstand	Ledig

### Schulausbildung

08/1993 – 07/1997	Pestalozzi Grundschule Schneeberg
07/1997 – 06/2005	Johann-Gottfried-Herder-Gymnasium-Schneeberg
06/2005	Abitur mit der Gesamtnote: Sehr Gut (1,3)

### Studium

10/2005 – 01/2011	Zahnmedizinstudium an der Friedrich-Schiller-Universität, Jena
12/2010	Zahnmedizinisches Staatsexamen, Gesamtergebnis: Sehr Gut
01/2011	Approbation als Zahnärztin

### Beruflicher Werdegang

Seit 02/2011	Assistenz Zahnärztin in der Gemeinschaftspraxis von Dr. medic stom. Marion Tizieni und Dr. medic stom. Kamal Tizieni
--------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. S. Schultze-Mosgau für das entgegengebrachte Vertrauen und die Überlassung des interessanten Themas, sowie die fachliche und kritische Beratung bei der Erstellung der Arbeit.

Für die nette Beratung bei der statistischen Auswertung bedanke ich mich bei Frau A. Brandstaedt.

Desweiteren gilt mein Dank allen Patienten, die mir gestatteten, ihre Daten zu verwenden.

Im besonderen Maße möchte ich mich bei meiner Familie für die fortwährende Unterstützung weit über die Zeit des Studiums bedanken. Insbesondere meine Mutter Marion Tizieni war mir zu jeder Zeit eine große Stütze.

Nicht zuletzt möchte ich mich auch bei meinem Freund Peter Klett bedanken, der mir so viel Motivation schenkte und unermüdliche Geduld aufbrachte.

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Person bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt hat: Prof. Dr. Dr. S. Schultze-Mosgau,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Ort, Datum

Unterschrift des Verfassers